



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Odontología

Escuela Profesional de Odontología

**Efecto de dos sistemas de blanqueamiento dental en la
fuerza de adhesión al esmalte dentario. Estudio in vitro**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

Luis Francisco CAMPOS CALLUPE

ASESOR

Mg. Liliana TERAN CASAFRANCA

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Campos, L. Efecto de dos sistemas de blanqueamiento dental en la fuerza de adhesión al esmalte dentario. Estudio in vitro [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Escuela Profesional de Odontología; 2019.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

1 - CÓDIGO ORCID DEL AUTOR:

No aplica

2 - CÓDIGO ORCID DEL ASESOR:

<https://ORCID.ORG/0000-0003-2639-8865>

3 – DNI:

47271353

4 - GRUPO DE INVESTIGACIÓN:

No aplica

5 - INSTITUCIÓN QUE FINANCIA PARCIAL O TOTALMENTE LA INVESTIGACIÓN:

No aplica

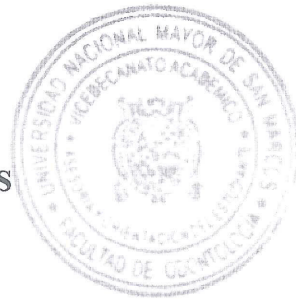
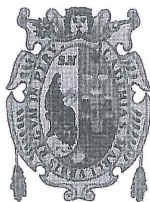
6 - UBICACIÓN GEOGRÁFICA DONDE SE DESARROLLÓ LA INVESTIGACIÓN:

Facultad de Odontología de la UNMSM

(12° 03' 30" S 577° 05' 00" O)

7 - AÑO O RANGO DE AÑOS QUE LA INVESTIGACIÓN ABARCO:

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
VICE DECANATO ACADÉMICO
UNIDAD DE ASESORÍA Y ORIENTACIÓN DEL ESTUDIANTE

ACTA

Los Docentes que suscriben, reunidos el dieciocho de diciembre del 2019, por encargo de la Sra. Decana de la Facultad, con el objeto de constituir el Jurado de Sustentación para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista del Bachiller:

CAMPOS CALLUPE, Luis Francisco

CERTIFICAN:

Que, luego de la Sustentación de la Tesis «EFECTO DE DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO DENTAL EN LA FUERZA DE ADHESION AL ESMALTE DENTARIO. ESTUDIO IN VITRO» y habiendo absuelto las preguntas formuladas, demuestra un grado de aprovechamiento: sobresaliente, siendo calificado con un

promedio de: dieciocho 18

(en letras)

(en números)

En tal virtud, firmamos en la Ciudad Universitaria, a los dieciocho días del mes de diciembre del dos mil diecinueve.

PRESIDENTE DEL JURADO

Mg. Carlos Alberto Arroyo Pérez

MIEMBRO

C.D. Hernán Horna Palomino

MIEMBRO (ASESOR)

C.D. Liliana Ángela Teran Casafranca

Escala de calificación: Grado de Aprovechamiento:
Sobresaliente (18-20), Bueno (15-17), Regular (12-14), Desaprobado (11 ó menos)
Criterios: Originalidad, Exposición, Dominio del Tema, Respuestas.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mis padres que se esforzaron durante toda mi etapa universitaria en brindarme las mayores facilidades para poder terminar mi carrera universitaria,

AGRADECIMIENTO

A mi padre, por las experiencias de vida de la cual he aprendido y sigo aprendiendo y por ser quien me mostró esta hermosa profesión, a mi madre por apoyarme en los momentos que nadie me apoyo.

A mi enamorada Mariana, por siempre darme el aliento a seguir adelante.

A mi maestro el Dr. Sixto Grados Pomarino quien se convirtió en mi ejemplo a seguir tanto en lo académico como en lo personal, siempre estaré agradecido con él.

A mis docentes de los cuales guardo buenos recuerdos y a los que les estaré eternamente agradecido, siempre seré su alumno.

A mi asesora la Dra. Liliana Terán a la cual le tengo gran aprecio por su ayuda en este trabajo.

A mi universidad de la cual me siento infinitamente orgulloso y a la que espero retribuirle lo mucho que me ha dado

Por último, un agradecimiento a todas las personas que estuvieron presentes durante mi etapa universitaria y que sin saberlo participaron de mi formación en esta gloriosa universidad.

RESUMEN

Objetivo. Evaluar y comparar el efecto de dos protocolos de blanqueamiento dental sobre la fuerza de adhesión al esmalte dental evaluado 24 horas, 7 días y 14 días después del tratamiento blanqueador. **Métodos.** Se utilizaron 35 incisivos bovinos los cuales se dividieron en 3 grupos: control (C=5), peróxido de hidrogeno 35% (PH=15) y peróxido de carbamida 10% (PC=15), a su vez los grupos peróxido de hidrogeno y peróxido de carbamida se sub dividieron según el momento del análisis de la fuerza de adhesión (24h, 7 días y 14 días), se utilizó un micro tensiómetro para el test de micro tensión y los datos fueron analizados. **Resultados.** Los resultados obtenidos fueron PH (24h): $22,81 \pm 3,49$ MPa, PH (7d): $31,52 \pm 9,48$ MPa, PH (14d): $27,4 \pm 3,69$ MPa, PC (24h): $33,66 \pm 3,87$ MPa, PC (7d): $33,46 \pm 10,61$ MPa, PC (14d): $28,09 \pm 7,37$ MPa y grupo Control: 34.38 ± 6.47 . **Conclusiones.** Se encontró que solo el grupo peróxido de hidrogeno 35% evaluado a las 24 horas presento valores significativamente menores en comparación con el grupo control y los valores de adhesión del grupo peróxido de hidrogeno 35% evaluados a las 24 horas presentaron valores significativamente menores que el grupo peróxido de carbamida 10% evaluado a las 24 horas. Los demás grupos no presentaron diferencias significativas en sus valores de adhesión.

Palabras clave: Blanqueamiento dental; fuerza de adhesión; esmalte dental.

ABSTRACT

Objective. To assess and compare the effect of two protocols for teeth whitening on the strength of adhesion to tooth enamel evaluated 24 hours, 7 days and 14 days after the bleaching treatment. **Methods** 35 bovine incisors were used which were divided into 3 groups: control (C = 5), hydrogen peroxide 35% (PH = 15) and carbamide peroxide 10% (PC = 15), in turn the hydrogen peroxide groups and carbamide peroxide were sub-divided according to the moment of analysis of adhesion strength (24h, 7 days and 14 days), a micro tensiometer was used for the micro tension test and the data were analyzed. **Results** The results obtained were PH (24h): 22.81 ± 3.49 MPa, PH (7d): 31.52 ± 9.48 MPa, PH (14d): 27.4 ± 3.69 MPa, PC (24h): 33.66 ± 3.87 MPa, PC (7d): 33.46 ± 10.61 MPa, PC (14d): 28.09 ± 7.37 MPa and Control group: 34.38 ± 6.47 . **Conclusions** It was found that only the 35% hydrogen peroxide group evaluated at 24 hours had significantly lower values compared to the control group and the adhesion values of the 35% hydrogen peroxide group evaluated at 24 hours showed significantly lower values than the group 10% carbamide peroxide evaluated at 24 hours. The other groups did not show significant differences in their adherence values.

Keywords: teeth whitening-adhesion force-tooth enamel

INDICE

I.	Introducción	13
II.	Planteamiento del problema	14
2.1	Situación problemática.....	14
2.2	Delimitación del problema de investigación.....	16
2.3	Formulación del problema de investigación	17
2.4	Objetivos.....	17
2.4.1	Objetivo general.....	17
2.4.2	Objetivos específicos.....	17
2.5	Justificación de la investigación	18
III.	Marco teórico	20
3.1	Antecedentes.....	20
3.2	Bases teóricas.....	27
3.2.1	Esmalte.....	27
3.2.2	Adhesión.....	28
3.2.2.1	Concepto.....	28
3.2.2.2	Fundamentos de la adhesión.....	28
3.2.2.2.1	Tipos de enlaces o uniones químicas.....	28
3.2.2.2.1.1	Enlaces atómicos o de valencia primaria.....	28
3.2.2.2.1.1.1	Enlace iónico.....	28
3.2.2.2.1.1.2	Enlace covalente.....	29
3.2.2.2.1.1.3	Enlace metálico.....	29
3.2.2.2.1.2	Enlaces moleculares o de valencia secundaria.....	29
3.2.2.2.1.2.1	Fuerzas de Van der Waals.....	29
3.2.2.2.1.2.2	Fuerzas de dispersión de London.....	29
3.2.2.2.1.2.3	Puentes de Hidrogeno.....	30
3.2.2.3	Parámetros que afectan la adhesión al tejido dentario.....	30

3.2.2.4 Factores que favorecen la adhesión.....	31
3.2.2.4.1 Dependientes de la superficie.....	31
3.2.2.4.2 Dependientes del adhesivo.....	31
3.2.3 Adhesión a la estructura del esmalte.....	32
3.2.4 Sistemas adhesivos.....	35
3.2.4.1 Adhesivos de primera generación.....	36
3.2.4.2 Adhesivos de segunda generación.....	37
3.2.4.3 Adhesivos de tercera generación.....	37
3.2.4.4 Adhesivos de cuarta generación.....	38
3.2.4.5 Adhesivos de quinta generación.....	38
3.2.4.6 Adhesivos de sexta generación.....	39
3.2.4.7 Adhesivos de séptima generación.....	39
3.2.5 Blanqueamiento dental.....	40
3.2.5.1 Historia y desarrollo clínico.....	40
3.2.5.2 Indicaciones y contraindicaciones.....	42
3.2.5.3 Tipos de agentes blanqueadores.....	43
3.2.5.3.1 Peróxido de carbamida.....	43
3.2.5.3.2 Peróxido de hidrogeno.....	43
3.2.5.3.2 Ozono.....	43
3.2.5.4 Clasificación y métodos de aplicación.....	44
3.2.5.4.1 Profesionalmente dirigido.....	44
3.2.5.4.2 Profesionalmente dispensado.....	44
3.2.5.4.3 Autodirigido.....	45
3.2.5.5 Mecanismo de acción.....	45
3.2.5.6 Efectos adversos del blanqueamiento dental.....	46
3.2.5.6.1 Hipersensibilidad dentaria.....	46
3.2.5.6.2 Hipersensibilidad gingival.....	47
3.2.5.6.3 Efecto sobre el esmalte dental.....	48

3.2.5.6.4 Efecto sobre la adhesión.....	49
3.2.6 Test de micro tensión.....	49
3.3 Definición de términos.....	50
3.4 Hipótesis.....	52
3.4.1 Hipótesis general.....	52
3.4.2 Hipótesis específica.....	52
3.5 Operacionalización de variables.....	53
IV. Metodología.....	54
4.1 Tipo de investigación.....	54
4.2 Población y muestra.....	54
4.3 Procedimientos y técnica.....	56
4.4 Plan de recolección de datos, procesamiento, análisis e interpretación.....	60
V. Resultados.....	61
VI. Discusión.....	67
VII. Conclusiones.....	70
VIII. Recomendaciones.....	71
IX. Bibliografía.....	73
X. Anexos.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición y tiempo de aplicación de los agentes blanqueadores utilizados en este estudio.....	58
Tabla 2: Materiales utilizados en el proceso adhesivo de este estudio.....	59
Tabla 3. Resumen del procesamiento de datos.....	62
Tabla 4 : Estadígrafos de la fuerza de adhesión en el grupo control.....	63
Tabla 5: Estadígrafos y variabilidad de la fuerza de adhesión según tiempos de evaluación en el grupo peróxido de hidrogeno.....	63
Tabla 6: Estadígrafos y variabilidad de la fuerza de adhesión según tiempos de evaluación en el grupo peróxido de hidrogeno.....	64
Tabla 7: Comparación de la fuerza de adhesión según grupos y tiempos de medición a través de contrastes post hoc.....	66
Tabla 8: Ficha de recolección de datos.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Formula para la obtención de la fuerza de adhesión.	60
Figura 2: Diagrama de cajas y bigotes de tres grupos donde se visualizan datos aberrantes.....	61
Figura 3: Diagrama de cajas y bigotes de todos los grupos donde no se visualizan datos aberrantes	62
Figura 4: Variabilidad de la fuerza de adhesión del grupo peróxido de hidrógeno según distintos momentos.....	64
Figura 5: Variabilidad de la fuerza de adhesión del grupo peróxido de carbamida según distintos momentos.....	65
Figura 6: Comparación de la fuerza de adhesión según grupos y tiempos de medición	65
Figura 7: Saliva artificial utilizada en el trabajo experimental.....	83
Figura 8: Peróxido de carbamida 10% y peróxido de hidrogeno 40%.....	83
Figura 9. Single Bond Universal-3M ESPE, Filtek z350 XP-3M ESPE, Condac37-FGM.....	84
Figura 10: Disco diamantado utilizado en la máquina de corte.....	84
Figura 11: Preparación de los dientes con barrera gingival previo a la elaboración de cubetas personalizadas.....	85
Figura 12: Obtención de la muestra y almacenamiento de la muestra.....	86
Figura 13. Bases de acrílico con forma de arcada para cada grupo experimental ..	86
Figura 14: Procedimiento de blanqueamiento con peróxido de hidrogeno 40%.....	87

Figura 15: Procedimiento de blanqueamiento con peróxido de carbamida 10%.....	87
Figura 16: Proceso de obtención de los especímenes con una máquina de corte isomed (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL).	88
Figura 17: Espécimen obtenido de 8 mm de longitud aproximadamente	88
Figura 18: Almacenamiento de especímenes en saliva artificial según grupos.....	89
Figura 19: VERNIER DIGITAL para determinar el área adhesiva con exactitud	89
Figura 20. Microtensiómetro para el análisis de los especímenes. (Micro Tensile Tester de la casa Bisco).....	90
Figura 21: Test de micro tensión	90

I. INTRODUCCIÓN

El blanqueamiento dental es un tratamiento estético que se ha convertido en una práctica usual del consultorio dental, los pacientes cada vez más lo buscan ya no solo para solucionar discromías congénitas o adquiridas sino como un tratamiento para lograr la belleza en la sonrisa.

El blanqueamiento dental es realizado en la actualidad mediante, muchas técnicas y usando distintos elementos activos siendo los peróxidos los más comunes, así mismo estos peróxidos son usados en diferentes concentraciones, así como en protocolos de exposición distinta según el criterio clínico del operador.

Así como en el blanqueamiento dental, la demanda de pacientes que desean tratamiento ortodóntico también ha aumentado en los jóvenes y adultos; es por ello que la necesidad de que el clínico general pueda entender el efecto de estos geles sobre la estructura dental es importante, así como necesaria para tomar las mejores decisiones en el momento de planificar el tratamiento de un paciente.

Entonces nos encontramos en una situación en la que los pacientes que terminan un tratamiento ortodóntico probablemente necesiten corregir algunos defectos de forma y de color de sus dientes una vez alineados, es por ello que tener claro si el blanqueamiento dental va tener alguna repercusión sobre la fuerza de adhesión de los sistemas de resina compuestas que posteriormente se coloquen en el paciente es algo que se deba conocer y que en este estudio intentamos dilucidar.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La Odontología restauradora es una especialidad que ha evolucionado mucho en los últimos años a partir del desarrollo de los biomateriales dentales, los cuales cada año van modificándose en cuanto a sus características y propiedades fruto de la necesidad y la búsqueda de la perfección en su comportamiento frente a las diversas indicaciones.

Hoy en día la búsqueda de la perfección en los tratamientos odontológicos estéticos es una corriente que se va masificando en la población y a su vez generando incertidumbre en el conocimiento de los efectos entre diversos biomateriales y su implicancia en los resultados clínicos en los tratamientos.

Dentro de las opciones terapéuticas que el odontólogo ofrece al paciente para la búsqueda de la sonrisa estéticamente perfecta tenemos el blanqueamiento dental el cual va solucionar las discromías dentales que afecten la estética del paciente.

El blanqueamiento dental es un tratamiento ampliamente desarrollado en la población para el tratamiento de las discromías dentales producto de diferentes causas entre las cuales tenemos factores congénitos y factores externos. Es común en la práctica clínica que posterior a este tratamiento se realice tratamientos restaurativos en los dientes mediante el uso de agentes adhesivos los cuales son necesarios para corregir defectos de forma en las piezas dentales.

Usualmente los pacientes en la búsqueda de alta esteta en sus dientes se encuentran frente al problema de las discromías dentales, así como también defectos de forma los cuales necesariamente son solucionados posteriormente a la realización del

blanqueamiento dental para poder obtener armonía no solo en el color sino también en la forma.

Muchas veces el blanqueamiento soluciona el problema de discromía, pero en algunas ocasiones los pacientes requieren otros tratamientos como los ortodónticos y se requiere que la estructura coronaria se modifique al utilizar resinas y otros sistemas adhesivos.

De esta forma la adhesión en Odontología es una de las ramas de la Odontología restauradora que más ha evolucionado a raíz de la necesidad y la búsqueda de la mimetización de los biomateriales dentales y los tejidos dentarios.

Sin embargo, se sabe que algunos autores mencionan que luego de un blanqueamiento, los dientes no presentan tanta fuerza de adhesión y que por lo tanto los sistemas adhesivos no serían tan exitosos^{6,7,9,10,12,14}.

Lahoud¹ define la fuerza de adhesión como la atracción que se produce entre las moléculas de diferentes materiales en su interface, además describe que estas fuerzas de adhesión se pueden dar principalmente de manera mecánica y química.

La fuerza de adhesión química es aquella utilizada durante la unión de un composite y la superficie del tejido dentario.

Schwartz y cols² mencionan que la calidad, resistencia y durabilidad de la adhesión depende de varios factores:

- Propiedades fisicoquímicas del adherente (esmalte) y del adhesivo.
- Las propiedades estructurales del adherente.
- La presencia de contaminantes en la superficie de adherente.

- El desarrollo de fuerzas externas que impiden el proceso de adhesión por sus mecanismos de compensación.
- El mecanismo de transmisión de cargas a través de la superficie adherida.

2.2 DELIMITACIÓN DE PROBLEMA

Es conocido algunos efectos secundarios derivados del tratamiento de blanqueamiento dental ya sea con láser, peróxido de carbamida o peróxido de hidrogeno, algunos de ellos van desde cambios histomorfológicos hasta causar pulpitis crónica a largo plazo.

Así también algunos autores^{3,4} mencionan que el procedimiento de blanqueamiento no produce cambios histológicos sobre la superficie del esmalte, sin embargo, se sabe que la fuerza de adhesión es dependiente de algunos factores tales como la limpieza de la superficie en la cual se va adherir¹ por lo que podríamos encontrarnos con la posibilidad de una adhesión alterada en estos pacientes.

Esto nos plantea la necesidad de conocer cuales sería los efectos de este tratamiento en la adhesión de sistemas resinosos sobre la superficie del esmalte y los efectos que estos tratamientos tienen sobre la unión química y además dilucidar las variaciones sobre dicha fuerza con el uso de distintos componentes activos.

En este sentido aparecen varias incógnitas sobre la repercusión que tiene estos tratamientos en la fuerza de adhesión, por ejemplo, ¿Existe variación de la fuerza de adhesión según el agente utilizado para el blanqueamiento dental? y ¿Cuál es la diferencia entre la fuerza de adhesión de un diente tratado y uno sin tratamiento?, así como si el tiempo post tratamiento influye en dicha fuerza de adhesión.

2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

¿Cuál es el efecto de dos sistemas de blanqueamiento dental en la fuerza de adhesión al esmalte en piezas dentarias bovinas?

2.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1 Objetivo general

Determinar el efecto de dos sistemas de blanqueamiento dental sobre la fuerza de adhesión al esmalte en piezas dentarias bovinas

2.4.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar la fuerza de adhesión al esmalte en piezas dentales tratadas con peróxido de carbamida al 10% a las 24 horas, 7 días y 14 días post tratamiento.
- ✓ Determinar la fuerza de adhesión al esmalte en piezas dentales tratadas con peróxido de hidrogeno 40% a las 24 horas, 7 días y 14 días post tratamiento.
- ✓ Comparar las fuerzas de adhesión en los dientes con blanqueamiento (peróxido de carbamida y peróxido de hidrogeno) y los dientes sin blanqueamiento dental.

2.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El avance de la Odontología restauradora y estética de los últimos años no solo ha permitido alcanzar logros y mucha satisfacción de parte del odontólogo como del mismo paciente, pero estos avances también han sido acompañados de un número de complicaciones a la hora de resolver situaciones complejas en la que la estética está muy comprometida. Es por eso que este trabajo nos brindará un aporte en el

conocimiento de la variación que existe en la fuerza de adhesión de un material resinoso a la superficie del esmalte así como nos ayudará en la toma de decisión clínica del momento más adecuado para la realización de una restauración en pacientes que hayan recibido un tratamiento de blanqueamiento dental previo.

En ese sentido esta investigación proporcionará un conocimiento específico sobre la variación de la fuerza de adhesión en los pacientes que han sido tratados con dos de las técnicas más utilizadas en los pacientes con discromía dental.

Diversos estudios previos realizados en diferentes países muestran resultados controversiales y sin embargo en nuestro país no hay evidencia específica de la variación de la fuerza de adhesión después de estos dos protocolos por lo cual con esta investigación se tendrá un antecedente que podrá ser útil para investigaciones futuras.

De forma práctica ayudará a la decisión clínica de los odontólogos en la toma de decisión del momento adecuado para poder realizar tratamientos de operatoria dental teniendo mayor seguridad en el éxito del tratamiento. Siendo parte importante el conocimiento de los diferentes materiales dentales dentro de los cuales cada año aparecen nuevos y con más propiedades favorables que actualmente podemos manejar, es importante conocer los cambios que estos materiales producen sobre la superficie de nuestros dientes no solo a nivel estructural sino también conocer las consecuencias que estos agentes van a tener sobre la superficie del esmalte y en consecuencia alterar algún tipo de tratamiento posterior.

En este sentido este trabajo brindará odontólogo clínico una visión de los factores que puedan alterar la durabilidad de los sistemas adhesivos que utilice posterior a un blanqueamiento dental, este trabajo no deberá influir en la decisión clínica sin embargo podrá generar una futura investigación en la cual se pueda analizar más variables que podrá extrapolar los resultados a la decisión clínica

El paciente podrá beneficiarse al tener una restauración que tendrá una duración más prolongada y menor riesgo de filtración.

En el ámbito académico se podrá tener como referencia este trabajo para tener antecedentes de este estudio en trabajos con mayor presupuesto y que a la vez analice más variables y así poder en algún momento extrapolar los resultados a la práctica clínica.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 ANTECEDENTES

Andrighetto y cols (2016) evaluaron los efectos del uso del peróxido de hidrógeno al 35% en la fuerza de adhesión de los *brackets* 24 horas post blanqueamiento y 30 días después. Utilizaron 45 premolares humanos divididos en tres grupos: control (G0), blanqueamiento y adhesión a las 24 horas (G1), blanqueamiento y adhesión a los 30 días (G2). La fuerza de adhesión fue valorada a través de un micro tensiómetro y medida en mega pascales. Se encontró que el G0 tuvo una fuerza de adhesión de $9,72 \pm 2,63$, el G1 de $8,09 \pm 2,63$ y el G2 de $11,15 \pm 4,42$. Concluyeron que no existía diferencias significativas en la fuerza de adhesión de los 3 grupos⁵.

Scougall-Vilchis y cols (2016) evaluaron la fuerza de adhesión al esmalte en piezas que recibieron 4 diferentes protocolos de blanqueamiento dental (peróxido de carbamida 10%, peróxido de hidrogeno 35%, resin-based coating material RBCM y RBCM White Coat). Utilizaron 150 dientes humanos los cuales fueron divididos en 5 grupos (G0: Grupo control, G1: Blanqueamiento con peróxido de carbamida, G2: Blanqueamiento con peróxido de hidrogeno, G3: Blanqueamiento con RBCM Beauty Coat y G4: Blanqueamiento con RBCM White Coat.) La unión a sistemas adhesivos se realizó en las 24 horas posteriores al blanqueamiento. El grupo G0 obtuvo 17,1 MPa, G1 obtuvo: 14,72 MPa, G2 obtuvo: 12,04 MPa, G3 obtuvo: 18,23 MPa y G4 obtuvo: 22,49 MPa. Se concluyó que el grupo que utilizó RBCM Beauty Coat y el grupo que utilizó RBCM White Coat no tuvieron diferencias significativas en la fuerza de adhesión al esmalte, a diferencia que los grupos tratados con peróxido de carbamida y peróxido de hidrogeno hubo una reducción significativa en la fuerza de adhesión al esmalte⁶.

França Didier y Cols (2013) evaluaron el efecto del blanqueamiento con Peróxido de Hidrogeno en diferentes concentraciones (7.5%-35%). sobre la fuerza de adhesión de restauraciones preexistentes en esmalte y dentina. Se utilizaron 20 terceros molares los cuales fueron divididos en 8 grupos GE (control esmalte); GE7.5 (blanqueamiento usando peróxido de hidrogeno al 7.5%); GE35 (blanqueamiento usando peróxido de hidrogeno al 35%); GE7.5 +35 (blanqueamiento usando peróxido de hidrogeno al 7.5% y 35%); GD (control dentina); GD7.5 (7.5% peróxido de hidrogeno); GD 35 (35% peróxido de hidrogeno); y GD7.5 +35 (7.5% y 35% peróxido de hidrogeno). La aplicación se realizó con altas concentraciones de agente blanqueador en un corto tiempo, y una baja concentración en un largo tiempo, posteriormente se realizó el análisis utilizando una máquina de ensayo universal para medir la fuerza de adhesión. Lo resultados que se obtuvieron fueron GE: 34,66 MPa, GE7.5: 11,19 MPa, GE35: 30,61 MPa, GE7.5-35: 23,78 MPa, GD: 27,41 MPa, GD7.5:15,28 MPa, GD35%: 26,86 MPa y GD7.5%-35%: 25,15 MPa. Se concluyó que la fuerza de adhesión fue influenciada por la duración de la aplicación del gel y no era dependiente de la concentración del gel⁷.

Martins y cols (2011) evaluaron la fuerza de adhesión al esmalte mediante resistencia a la fuerza de cizallamiento en piezas con blanqueamiento dental con peróxido de hidrogeno 35%. La evaluación se realizó en momentos diferentes: 0 horas, 24 horas, 7 días, 21 días y 56 días post blanqueamiento. Se utilizaron 90 incisivos bovinos los cuales fueron divididos en un grupo control (al cual no se le realizo tratamiento de blanqueamiento previo a la adhesión de brackets), y el grupo experimental el cual fue sometido a blanqueamiento con peróxido de hidrogeno al 35% según los estándares del fabricante. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas tanto entre los grupos ($p < 0.001$) como en la comparación entre el tiempo cero y el grupo de control y entre el tiempo cero y 24

horas. Incluso los índices ARI (0, 1, 2 e 3) experimentados mostraron diferencias estadísticamente significativas tanto entre los grupos sometidos al ensayo como en la comparación con el grupo de control, con los siguientes resultados: tiempo cero ($p = 0,001$), 24 horas ($p = 0,009$), 7 días ($p = 0,018$), 21 días ($p < 0,001$) y 56 días ($p = 0,004$). Se concluyó que la resistencia al cizallamiento se ve significativamente reducida cuando se cimenta el bracket inmediatamente después del blanqueamiento y que estos valores regresan a la normalidad 24 horas después de finalizado el tratamiento de blanqueamiento, en las semanas posteriores los valores de resistencia al cizallamiento aumentan levemente siendo estos valores no estadísticamente significativos en comparación con los valores a las 24 horas⁸.

Nascimento y col (2013) buscaron probar la hipótesis nula de que no existe ninguna diferencia entre el efecto del blanqueamiento dental hecho en casa y el blanqueamiento echo en el consultorio sobre la resistencia al cizallamiento de brackets cementados en 4 intervalos de tiempos después del blanqueamiento. Se trabajó con noventa premolares recién extraídos fueron divididos en 9 grupos divididos en diferentes concentraciones de peróxido de hidrogeno (7.5% y 35%) y en diferentes intervalos de tiempo (30 min, 1 día, 1 semana, 3 semanas) y en el grupo control. Los resultados que se obtuvieron fueron G1 (control): 7.9 MPa, G2 (PH 7.5%-30 min): 6,81 MPa, G3 (PH 7.5%-24 h): 6,02 MPa, G4 (PH7.5%-2 semana): 6,18 MPa, G5 (PH 7.5%- 3 semanas): 6.53 MPa, G6 (PH 35%-30 min): 5,21 MPa, G7 (PH 35%-24 h): 5,08 MPa, G8 (PH 35%-2 semana): 5,19 MPa, G9 (PH 35%- 3 semanas): 6,22 MPa, se concluyó que la hipótesis nula no fue totalmente rechazada porque todos los grupos presentaron una disminución en la fuerza de adhesión al esmalte excepto en el grupo de blanqueamiento dental con peróxido de hidrogeno 7.5%, también se concluyó que dicha fuerza de adhesión disminuyo más en los dientes que fueron sometidos al protocolo de

blanqueamiento con peróxido de hidrogeno al 35%, los dientes que fueron sometidos a blanqueamiento con peróxido de hidrogeno a 7.5% presentaron fuerzas de adhesión aceptables. Después de 3 semanas las fuerzas de adhesión regresan a los valores normales en protocolos con peróxido de hidrogeno al 35%⁹.

Gungor y cols (2013) evaluaron los efectos de dos protocolos de blanqueamiento (peróxido de hidrogeno 15% y peróxido de carbamida 10%) en la fuerza de adhesión de brackets en ortodoncia. Se trabajó con 45 piezas recién extraídas fueron divididas en tres grupos, G1 sometidos a tratamiento en oficina (peróxido de hidrogeno 15%), G2 sometido a tratamiento casero (peróxido de carbamida 10%) y G3 control. Posteriormente se utilizó una resina compuesta fotopolimerizables para colocar los brackets. Los resultados que se obtuvieron fueron en el grupo G1 se obtuvo una media de 10,77, G2 se obtuvo una media de 6,42 y en G3 se obtuvo una media 20,99. Se concluyó que ambos protocolos afectan la fuerza de adhesión siendo el protocolo con peróxido de carbamida el que afecto en mayor valor la fuerza de adhesión¹⁰.

Elmourad y cols (2013) evaluaron el efecto sobre la fuerza de adhesión de aplicar gel de peróxido de carbamida previo y posterior a tres protocolos adhesivos, Se utilizaron 90 molares humanos los cuales fueron divididos en 3 grupos (G1 grupo control, G2 tratado con peróxido de carbamida y posterior adhesión de composite, G3 se realizó la adhesión de composite y posteriormente se le realizo el blanqueamiento con peróxido de carbamida al 10%), a su vez cada grupo se subdividido en 3 subgrupos según el tipo de método adhesivo. Los resultados encontrados llevaron a la conclusión que la fuerza de adhesión posterior al tratamiento con peróxido de carbamida no afecto significativamente la fuerza de adhesión, además también se concluye que el protocolo de adhesión con grabado

ácido es el que presentó la mayor fuerza de adhesión posterior a los protocolos de blanqueamiento¹¹.

Feiz y cols (2017) realizaron una revisión sistemática de cómo los agentes antioxidantes afectan la fuerza de adhesión en dientes a los cuales se les realiza una restauración post blanqueamiento dental. Se utilizaron artículos de diferentes bases de datos (PubMed, MedLine, MeSH, y Cochrane) todos publicados después del 2016. Los datos obtenidos mostraron resultados controversiales respecto a la relación en el uso de agentes antioxidantes previos a la colocación de sistemas adhesivos en dientes con tratamiento de blanqueamiento dental, algunos autores encontraron que el uso de antioxidantes podría disminuir el tiempo de espera para la colocación de un sistema adhesivo en una semana, también se sugiere que dicha fuerza de adhesión podría cambiar según el protocolo de adhesión que se lleve a cabo¹².

Elfallah y cols (2015) evaluaron el efecto de dos agentes blanqueadores (peróxido de carbamida 16% y peróxido de hidrógeno al 35%) sobre las propiedades mecánicas (dureza y módulo elástico, propiedades mecánicas dependientes de la carga del esmalte, comportamiento de deformación, características de la dureza y comportamiento de la grieta, resultado de microscopia electrónica de barrido) y análisis de proteínas en esmalte humano recientemente extraídos. Se utilizaron 24 terceros molares recientemente extraídos los cuales fueron divididos en 3 grupos (control, peróxido de carbamida, peróxido de hidrógeno) y fueron analizados en los puntos antes mencionados. Se concluyó que existe una reducción significativa de la dureza del esmalte, módulo de elasticidad y tenacidad a la fractura después del tratamiento de blanqueamiento independientemente del tipo de gel utilizado. Además, los agentes blanqueadores

aumentaron la deformación por arrastre y redujeron la recuperación por arrastre del esmalte bajo carga constante, lo que también es consistente con el daño a la proteína de la matriz deformable por los radicales libres de peróxido. Por lo tanto, los agentes para blanquear los dientes potencialmente producen efectos perjudiciales sobre las propiedades mecánicas del esmalte dental como consecuencia de destrucción o desnaturalización de las proteínas de la matriz¹³.

Sung y cols (1999) evaluaron la fuerza de adhesión de 3 tipos de agente de unión en esmalte tratado con peróxido de carbamida al 10%. Se utilizaron 90 terceros molares humanos los cuales se le trato con peróxido de carbamida al 10% según las instrucciones del fabricante y posteriormente se adhirió un bloque de composite con 3 diferentes tipos de adhesivos (OptiBond, All-Bond 2, One-Step) y posteriormente se comparó las fuerzas de adhesión en esmalte sin tratar con peróxido de caramida al 10%. Los resultados que se obtuvieron para la adhesión con OptiBond fue para el grupo con tratamiento 23,7 +/- 5,6 MPa, para el grupo sin tratamiento 19,6 +/- 2,9 MPa, para la adhesión con All-Bond2 fue para el grupo con tratamiento 14,9 +/- 4,0 MPa y para el grupo sin tratamiento 20,4 +/- 2,3 MPa y para la adhesión con One-Step fue para el grupo con tratamiento 13,6 +/- 5,9 MPa y para el grupo sin tratamiento 23,0 +/- 3,9 MPa. Se concluyó que en las fuerzas de adhesión en todos los grupos fue disminuida después de blanqueamiento dental, así como el grupo que se adhirió con OptiBond no presento diferencias significativas entre los dos grupos sin embargo en los otros dos sistemas adhesivos a base de acetona presento diferencias significativas en los grupos experimentales y control¹⁴.

Azer y cols (2009) evaluaron los efectos de diferentes geles de blanqueamiento dental (peróxido de hidrogeno 9%, 10%, 14% y peróxido de carbamida 22%) sobre la dureza del esmalte y el módulo de elasticidad. Se

utilizaron 65 terceros molares humanos recién extraídos a los cuales fueron divididos en 6 grupos (GC, CP, CS, NW, OB y TO) dentro de los cuales estaba el grupo control y 5 grupos en dientes tratados con 5 geles de blanqueamiento a diferentes concentraciones, posteriormente se realizó el test para dureza y módulo de elasticidad y se comparó con los test realizados antes del tratamiento. Los resultados que se obtuvieron para la dureza del esmalte fueron GC: pre 4.8 y post 5.2, CP: pre 5.3 y post 4.1, CS: pre 5.0 y post 3.8, NW: pre 5.0 y post 3.8, OB: pre 5.1 y post 3.4 y TO: pre 5.0 y post 3.0. Los resultados que se obtuvieron para el módulo de elasticidad fueron GC: pre 105.2 y post 106.5, CP: pre 111.7 y post 92.6, CS: pre 106.0 y post 95.5, NW: pre 101.7 y post 94.6, OB: pre 102.7 y post 91.5 y TO: pre 104.2 y post 84.6. Se concluyó que la dureza del esmalte y el módulo de elasticidad disminuyeron significativamente en todos los grupos que fueron tratados con geles de blanqueamiento¹⁵.

3.2 BASES TEÓRICAS

3.2.1 ESMALTE

Es el tejido más duro del cuerpo humano, está compuesto principalmente de minerales inorgánicos 96%, 4% de material orgánico y 1% de agua. La parte inorgánica del diente está compuesta principalmente de un fosfato cálcico llamado hidroxiapatita.

Sin embargo, esta hidroxiapatita no es pura como se presenta en algunos minerales en su estado natural, sino que existen impurezas de sodio, magnesio y cloro.

Para observar la estructura del esmalte dental humano a la superficie del diente hay que quitarle unas cuantas micras de material de su superficie, esto se logra exponiéndolo químicamente con un ácido orto fosfórico. De esta manera observamos que el esmalte dental este compuesto de pequeños motivos en forma de cerradura compactados con un arreglo hexagonal. Si partiéramos el diente de manera que se observe al mismo tiempo la dentina y el esmalte, veríamos que estos motivos corresponden a unas “líneas” que corren desde la unión amelo dentinaria hacia la superficie y se les conoce con el nombre de prismas¹⁶.

Se describen los prismas como estructuras alargadas y con trayecto sinusoidal. Los prismas tienen dimensiones micrométricas, su longitud y trayecto de los prismas varían según la zona del diente debido a que se trata de un registro de la trayectoria seguida de los ameloblastos secretores durante la amelogénesis. Estos prismas son más largos en zona oclusal y más cortos en zona cervical¹⁶.

Si observamos uno de estos prismas a mayor amplificación podremos ver que estos se componen de millones de cristales a escala nanométrica. Por lo tanto,

podemos decir que el esmalte dental está formado por cristales de hidroxiapatita dentro de una matriz orgánica y se clasifica como un material de tipo composito. Un material de tipo composito es cuando dos o más materiales con diferentes propiedades mecánicas se unen para formar una estructura con propiedades mecánicas mejoradas¹⁶.

3.2.2 ADHESIÓN

3.2.2.1 CONCEPTO

De forma general podemos decir que la adhesión es el mecanismo por el cual dos elementos se mantienen en íntimo contacto.

En la odontología actual se la define como la unión de un biomaterial sobre un sustrato sólido (estructura dental) manifestándose la adhesión como tal en la interfaz diente-restauración existiendo fuerzas que la mantengan fijas entre sí en forma permanente.^{17,18}

3.2.2.2. FUNDAMENTOS DE LA ADHESION

2.2.2.1 Tipos de enlaces o uniones químicas

2.2.2.1.1 Enlaces atómicos o de valencia primaria.

2.2.2.1.1.1 Enlace iónico

Este enlace se produce entre dos átomos de igual o distinta naturaleza en la cual uno de ellos transfiere sus electrones de valencia al otro formando un compuesto molecular.

De ahí el nombre de este enlace en el que dos átomos ionizados se unen en un enlace químico primario llamado iónico. Los biomateriales cerámicos tienen este tipo de enlace¹⁹.

2.2.2.1.1.2 Enlace covalente.

Este enlace se produce entre dos átomos de igual o distinta naturaleza se unen compartiendo sus electrones de valencia por ejemplo la molécula de agua H₂O el hidrogeno y el oxígeno comparten los átomos de su última capa de valencia para formar una molécula de agua.

Los polímeros orgánicos tienen este tipo de union¹⁹

2.2.2.1.1.3 Enlace metálico

Se presenta en átomos que se encuentran en la parte izquierda de la tabla periódica los cuales tienen una pequeña cantidad de electrones de valencia, este tipo de átomos alcanzan una estructura estable perdiendo los electrones más extremos¹⁹.

2.2.2.1.2 Enlaces moleculares o de valencia secundaria

2.2.2.1.2.1 Fuerzas de Van der Waals

Este tipo de fuerzas son aquellas que unen moléculas es por o que algunos autores las consideran un tipo de enlace físico, es por eso que son fuerzas mas débiles que las uniones de valencia primaria.

Muchos de los compuestos que encontramos en estado sólido, liquido o gaseoso están formados por este tipo de enlaces, siendo de especial importancia su participación en la adhesión de biomateriales restauradores a los tejidos dentarios¹⁹.

2.2.2.1.2.2 Fuerzas de dispersión de London

Se da por dipolos instantáneos, la cual se produce en cualquier molécula, aunque esta no sea polar, estos dipolos instantáneos se establecen aleatoriamente y en distintas moléculas, lo cual se traduce en que la interfaz

molecula-molecula, la molécula polarizada instantánea induzca a la polarización de su vecina por lo tanto se genera una fuerza de atracción entre un dipolo instantáneo y uno inducido¹⁹.

2.2.2.1.2.3 Puente de hidrogeno

Este tipo de fuerzas se da por la interacción de dipolo-dipolo y es una unión en la que siempre está involucrado un átomo de hidrogeno. Se produce por la atracción entre moléculas que tienen átomos altamente electronegativos, como el oxígeno o el flúor y uno o más átomos de hidrógeno.

Las uniones por puente de hidrogeno también se forman en presencia de radicales altamente polares como los oxidrilos y los carboxílicos presentes en los tejidos dentinarios y también en los sistemas adhesivos de las resinas compuestas¹⁹.

3.2.2.3 Parámetros que afectan la adhesión al tejido dentario

Podemos decir que la calidad, resistencia y durabilidad de la adhesión al tejido dentinario va depender de algunos factores y características del adherente (tejido dentario) y el adhesivo.

Dentro de estos factores tenemos las propiedades físico-químicas del adherente y adhesivo, las propiedades estructurales de adhesivo como el tipo de moléculas por la cual están formados lo cual determinara el tipo de unión molecular con las moléculas del tejido dentinario.

Otro factor importante será la presencia de contaminantes en la superficie del adherente la cual impedirá una interrelación entre el adherente y el adhesivo, así también tendremos fuerzas externas que impidan el proceso adhesivo.

Así también tendremos aspectos propios del medio oral que van a influir en el proceso adhesivo tales como el control de la humedad en el proceso de

adhesión; así mismo tendremos factores como el ph salival, hábitos dietéticos y masticatorios que influirán en la durabilidad de la adhesión.

3.2.2.4 Factores que favorecen la adhesión

Vamos a tener entre estos factores aquellas propiedades y características del material y el sustrato que favorezcan la adhesión.

3.2.2.4.1 Dependiente de las superficies.

- **Contacto íntimo.** - este factor se refiere a que el material adhesivo debe tener características que favorezcan su contacto con la superficie del sustrato, por lo que en este caso el material debe ser de preferencia líquido.
- **Alta energía superficial.** - También es conocido que la adhesión va a ser favorecida por las características del tejido dentario sobre el cual se va a realizar la adhesión, por ejemplo, la energía superficial va a ser distinta entre esmalte y dentina por lo que el tejido con mayor energía superficial será capaz de atraer mejor hacia su superficie los distintos sistemas adhesivos.
- **Potencialmente receptivos a uniones químicas.** – en esmalte y dentina tenemos que los radicales hidroxilos de la hidroxiapatita van a ser receptivos frente a los radicales de los sistemas adhesivos, así también la dentina presenta los mismos radicales, pero también los presentes en su parte orgánica los cuales son los carboxilos, aminos y cálcicos.

3.2.2.4.2 Dependientes del adhesivo

- **Baja tensión superficial.** – mientras esta tensión sea baja se favorecerá la humectancia del biomaterial sobre el tejido dentario, favoreciendo las uniones físicas y químicas.
- **Alta humectancia.** – mejora el contacto con el sustrato dentario.

- **Bajo ángulo de contacto.** – mientras menor sea el ángulo mejora la humectancia del material.
- **Alta estabilidad dimensional.** – el material debe permanecer en lo posible invariable en el proceso de endurecimiento o frente a tensiones que intenten deformarlo.
- **Biocompatibilidad.** – con el diente, los tejidos orales en sí mismo¹⁸.

3.2.3 ADHESION A LA ESTRUCTURA DEL ESMALTE

El primero que describió la modificación de la superficie del esmalte para mejorar la adhesión fue Michael Buonocore (1955), en su artículo titulado “un método simple para aumentar la adhesión de resinas acrílicas a la superficie del esmalte”. En dicho artículo Buonocore menciona que el tratamiento del esmalte dentario con ácido fosfórico al 85% provocaba unas microporosidades en la superficie del tejido dental sobre la cual permitiría una penetración de las resinas autopolimerizables generando una retención micromecánica.

Esto como lo describía Buonocore en su artículo era causado porque el ácido fosfórico removía aproximadamente 20 µm de su superficie, especialmente disolvía las terminaciones de los prismas del esmalte. Esta disolución selectiva del componente inorgánico generaba una superficie porosa la cual funcionaba como un sistema de canales por donde el material resinoso poco viscoso podía fluir y generar una unión micromecánica.

Sin embargo, esta técnica no fue tomada en cuenta en su momento porque existían problemas como el uso de metilmetacrilato para los materiales de unión al esmalte, y estos estaban quedando obsoletos por su elevada contracción de polimerización. Es por ello que el grabado ácido recién toma vigencia nuevamente con la aparición de nuevos materiales restauradores. En

1966 Bowen crea la resina BIS-GMA con lo que inicia el desarrollo de materiales poliméricos que podían unirse al esmalte.

A partir de estos años hubo algunos cambios con respecto a la técnica original de Buonocore como la concentración del ácido orto fosfórico la cual cambio de 85% a 30-40%, la disminución del tiempo de aplicación sobre el esmalte de 60s a 15 s y la presentación en gel del ácido.

Entonces el proceso de adhesión al esmalte está relacionado principalmente con el grabado ácido de su superficie, proceso en el cual se remueve la contaminación y aumenta la porosidad de la superficie para permitir una alta expresión de la energía superficial propia del esmalte²⁰. Es por este motivo que un monómero de baja viscosidad de cualquier sistema adhesivo puede humedecer esta superficie de alta energía, ingresando en las microporosidades previamente creadas²¹.

Esta exposición del ácido sobre la estructura superficial del esmalte genera un ataque a las estructuras inorgánicas a través de una reacción ácido base con la hidroxiapatita y la formación de sales solubles de fosfato de calcio que posteriormente serán eliminadas con el lavado.

Tipos o patrones de acondicionamiento adamantino

Cuando el ácido produce una desmineralización de los cristales de hidroxiapatita de la cabeza o el cuerpo de la varilla adamantina se obtiene un patrón de acondicionamiento que puede ser tipo I, tipo II o tipo III.

- Tipo I: cuando el ácido actúa sobre los cristales de hidroxiapatita del cuello.
- Tipo II: cuando el ácido actúa en el extremo caudal

- Tipo III: cuando el ácido produce una pérdida de las estructuras superficiales del esmalte produciendo una reducción de la profundidad una amplitud de los microporos.

Cuando el tiempo de acondicionamiento es mayor a 15 segundos se produce un patrón de tipo III, este tipo de patrón no tendría suficiente capacidad de retener micro mecánicamente los sistemas adhesivos basados en monómeros hidrófugos, por lo que el aumento del tiempo de acondicionamiento es uno de los fenómenos más negativos¹⁹.

El lavado de la superficie del esmalte acondicionado tiene por objetivo eliminar las sales de fosfatos de calcio precipitadas por el proceso de acondicionamiento y así obtener una alta energía superficial para la recepción del sistema adhesivo.

Es importante realizar un buen lavado porque si no se realiza con minuciosidad puede quedar restos del gel de ácido orto fosfórico que continuara con el proceso de acondicionamiento del esmalte y así obtener un patrón de gubado tipo III lo que dificultara el proceso de adhesión. El tiempo recomendable para un buen lavado de la superficie es de 15 segundos con agua presurizada.

Posteriormente este monómero del adhesivo polimerizará en el interior de las microporosidades, ingresará dentro de los túbulos dentinarios creando los denominados tags de resina y generando así adhesión micromecánica por efectos geométricos y reológicos²².

En este momento es importante resaltar que la superficie del esmalte debe estar protegida de contaminación durante la fase inicial del procedimiento de adhesión, por ejemplo, de saliva que contiene proteínas que se adsorben al

esmalte acondicionado y pueden reducir la penetración de los sistemas adhesivos^{2,18,24}.

3.2.4 SISTEMAS ADHESIVOS

En la actualidad tenemos diversos tipos de sistemas adhesivos que van a presentar características especiales según la clasificación a la cual pertenezcan, sin embargo, en la mayoría de ellos vamos a poder identificar algunos componentes constantes:

- Vehículo: es el medio de transporte sobre el cual van a estar los componentes químicos del adhesivo, estos pueden ser en su mayoría agua, etanol o acetona.
- Moléculas bifuncionales: son también denominado primers o imprimadores, estos van a estar presentes en los adhesivos multifrascos y van a ser moléculas que va presentar un extremo hidrofílico para la unión con las estructuras orgánicas de la dentina y otro extremo hidrofóbico para la unión al material resinoso.
- Grupo de moléculas poliméricas adhesivas: usualmente son hidrofóbicas, presentes usualmente en los adhesivos multifrascos y son los agentes de unión basados generalmente en la molécula de Bowen o BIS-GMA, así también tenemos el UDMA en otros sistemas adhesivo.
- Grupo químico de polimerización: son las moléculas que permiten la reacción química para la conversión del biomaterial, entre algunos tenemos la canforquinona.
- Carga inorgánica: algunos sistemas adhesivos incorporan moléculas de vidrio a su composición con el fin de contrarrestar la contracción de polimerización, aumentar la resistencia tensional y en algunos casos tener un efecto cariogénico mediante la liberación de flúor.

Desde los trabajos descritos por Buonocore el concepto de adhesión al esmalte a permanecido inalterado debido a su fiabilidad a lo largo de varias décadas. Esta previsibilidad en la adhesión se debe principalmente a que el esmalte presenta un substrato uniforme compuesto fundamentalmente por cristales inorgánicos bien organizados en prismas²⁴.

En cambio, la adhesión en la dentina ha sido por mucho tiempo impredecible, por lo que su evolución a lidiado con la complejidad de la adhesión sobre este tejido.

Es por ello que se desarrollaron una diversidad de sistemas adhesivos los cuales podemos clasificarlos de acuerdo con:

1. La forma del tratamiento del smear layer
 - a. Sistemas etch & rinse
 - b. Self-etch
2. Numero de pasos clínicos
 - a. Total etch de 2 o 3 pasos
 - b. Self-etch de 1 o 2 pasos
3. Según su aparición cronológica (1°-7° generación)

3.2.4.1 ADHESIVOS DE PRIMERA GENERACIÓN

Esta primera generación apareció a finales de 1970, como casi todas las generaciones tenían una elevada fuerza de adhesión al esmalte sin embargo la adhesión a la dentina era el principal problema que este tipo de adhesivo presento.

Normalmente el valor de la fuerza de adhesión en los tejidos dentinarios era en promedio de 2 MPa el cual era un valor evidentemente insuficiente, esta adhesión se daba principalmente por una quelación del agente de unión al componente de calcio de la dentina.

Además de esto sus principales limitaciones eran la dificultad de su manipulación clínica, inestabilidad y descomposición por hidrólisis intraoral^{26,27,28}.

Estos sistemas adhesivos eran principalmente recomendados en cavidades retentivas clase III y V. la sensibilidad post operatoria era común cuando se utilizaban estos adhesivos.

3.2.4.2 ADHESIVOS DE SEGUNDA GENERACIÓN

A principios de la década de los ochenta aparecieron los adhesivos de segunda generación la cual a diferencia de la primera proponía un grabado ácido selectivo de los tejidos dentinarios, el esmalte recibía un acondicionamiento normal sin embargo era la dentina la que no recibía dicho acondicionamiento para de esta manera mantener el smear layer y unirlo al sistema adhesivo para formar una capa “híbrida” que mejoraba los valores de adhesión con respecto a la primera generación (2-8 MPa) pero que sin embargo aún resultaba insuficiente porque presentaba microfiltraciones a un corto plazo. La sensibilidad post operatoria aún era presente cuando se utilizaba estos adhesivos.

3.2.4.3 ADHESIVOS DE TERCERA GENERACIÓN

A finales de la década del 80 aparecieron los sistemas adhesivos de doble componente iniciador-adhesivo, y tuvieron una mejora notable en la fuerza de adhesión a la dentina (8-15 MPa) por lo que tuvo una gran acogida entre los odontólogos de la época, además que con estos sistemas adhesivos se dejó la necesidad de tener cavidades retentivas por lo que dio inicio a la odontología restauradora mínimamente invasiva.

Otra característica favorable de estos sistemas fue que fueron los primeros que tuvieron unión no solo a estructura dentaria sino también a metales y cerámicas.

Sin embargo, la desventaja radicaba que tenían una durabilidad limitada (algunos estudios demostraron la pérdida de las características a partir de los 3 años).

3.2.4.4 ADHESIVOS DE CUARTA GENERACION

A principios de la década de los noventa aparecen en el mercado los adhesivos de cuarta generación los cuales transformaron la odontología por presentar valores de adhesión muy elevados en esmalte y dentina (17-25 MPa) así como una disminución significativa de la sensibilidad, esto condujo a un cambio en la práctica odontológica en general pues popularizo el cambio de las restauraciones de amalgama por las restauraciones de resina en molares. En este sistema tanto el esmalte y la dentina eran acondicionadas mediante la técnica de grabado total.

Esta generación se caracterizó por la hibridación de la interface dentina resina. La hibridación es la sustitución de la hidroxiapatita y el agua en la superficie dentinaria por el material de resina. Esta resina, curada con las fibras de colágeno remanentes, constituye la “capa híbrida”²⁵.

Estos adhesivos de cuarta generación también se caracterizaron por porque tenían dos o más componentes que tenían que ser mezclados en proporciones precisas o utilizarse en secuencias específicas por lo que su manejo clínico era hasta cierto punto complejo y si no se seguía las instrucciones del fabricante podría haber algún desmedro en las fuerzas adhesivas.

3.2.4.5 ADHESIVOS DE QUINTA GENERACIÓN

En respuesta a la complejidad de manejo clínico que tenía los adhesivos de cuarta generación surgieron los adhesivos de quinta generación que se caracterizaron por tener una presentación de un solo frasco. Estos adhesivos también tenían excelentes valores de adhesión al esmalte y dentina, así como unión a metales y materiales cerámicos.

La facilidad de tener todo en un solo frasco hizo que exista menos probabilidad de error en el manejo clínico, así como hubo una reducción del tiempo operatorio por lo que se volvieron muy populares en su época.

3.2.4.6 ADHESIVOS DE SEXTA GENERACIÓN

Conforme los sistemas adhesivos fueron mejorando en sus características surgió una necesidad de eliminar el acondicionamiento ácido del proceso adhesivo es por ello que aparecen en el mercado los adhesivos de sexta generación que fueron los primeros auto acondicionantes. Estos adhesivos tienen un componente acondicionador de la dentina y los subproductos de este acondicionamiento se incorporan en la interfase dento-restauradora²⁵.

Estudios realizaron demostraron que los valores de adhesión en la dentina fueron muy aceptables (17-22 MPa) sin embargo los valores encontrados en el esmalte dentario tendían a fallar en más del 30% de los casos por lo que el acondicionamiento ácido o raspado del esmalte se notaba necesario para lograr valores de adhesión aceptables con este sistema de adhesivos.

3.2.4.7 ADHESIVOS DE SÉPTIMA GENERACIÓN

Así como los adhesivos de quinta generación facilitaron el procedimiento clínico debido a su único frasco y simplicidad de protocolo, el adhesivo de séptima generación a diferencia del de sexta supero todas las objeciones de los sistemas anteriores. Su mono componente que posee un pH menor a 1 graba de manera adecuada el esmalte para una adhesión efectiva.

Así mismo el grabado de los tejidos dentarios está limitado inmediatamente después de su aplicación a la superficie del diente por lo que los subproductos serán parte de la interfaz adhesiva después de la fotopolimerización.

Como en este tipo de sistemas no existe un lavado después del proceso de acondicionamiento no existe la posibilidad que queden túbulos dentinarios vitales expuestos por lo tanto no se reportó sensibilidad post operatoria en ningún caso.

3.2.5 BLANQUEAMIENTO DENTAL

3.2.5.1 HISTORIA Y DESARROLLO CLINICO

La búsqueda de tener los dientes más blancos no es quizá un tema solo de actualidad, incluso en tiempos bíblicos se describe que los dientes blancos se consideraban atractiva, joven y deseada. En la Grecia antigua Teofrasto escribió “afeitarse con frecuencia y tener los dientes más blancos se considera una virtud”.

Es en la edad media en la que no existe registro sobre una preocupación por el color de los dientes quizá porque no se prestaba mucha atención en la apariencia y la higiene era muy descuidada. La esperanza de vida era corta, así como la educación.

La siguiente era de la odontología trajo consigo el estudio de las patologías orales y con ello un desarrollo por el interés de un reemplazo protésico en dientes que no se podían salvarse²⁵.

Posteriormente con el desarrollo de los materiales dentales los odontólogos tuvieron la capacidad de restaurar los dientes, así como de devolverle la forma, esto tuvo como consecuencia que los pacientes podían tener una mayor expectativa de mantener sus dientes hasta edades adultas y así también mantenerlos visualmente aceptables.

Es así que la exigencia de los pacientes, así como el desarrollo de la química médica dieron lugar a los primeros agentes y procedimientos para blanqueamiento.

En 1877 Chapple propuso el ácido oxálico como material de elección, poco después Taft propuso el hipoclorito de calcio como agente blanqueador²⁵.

Es en este momento en que se menciona por primera vez el uso del peróxido como agente blanqueador, Harlan (1884) lo denominó dióxido de hidrógeno.

En 1916, Abbot fue el primero en utilizar el peróxido de hidrógeno 35% con el nombre de Superoxol durante el proceso de blanquear dientes, actualmente muchas técnicas se basan en sus trabajos.

Es en la década de los cincuenta en que se establece el auge de la terapia endodóntica entre los odontólogos es que se busca el tratamiento para blanquear dientes no vitales. En 1958 Pearson reportó el uso de Superoxol sellado en la cámara pulpar durante 3 días producía un blanqueamiento en la pieza no vital.

En 1967 Nutting y Poe refinaron esta técnica que se conoce ahora como “blanqueamiento interno o walking bleach” utilizando una mezcla de Superoxol al 30% y perborato de sodio en la cámara pulpar fue dejada en la cámara pulpar mostrando resultados muy aceptables por lo que se convirtió en la técnica más popular de la época, sin embargo, años más tarde se empezó a reportar casos de reabsorción interna en dichos dientes.

Aunque parezca descabellado muchos dentistas de la época recomendaban a los pacientes realizarse la exéresis de la pulpa dental para un tratamiento de blanqueamiento en dientes con cambios severos de color.

Solo en las últimas dos décadas es que se comenzó a utilizar tratamientos razonables para el tratamiento de las discromías en dientes vitales. En 1989 se desarrolló el procedimiento a base de peróxido de carbamida el cual fue colocado en cubetas moldeada o individual para el uso repetido por varias horas. Después de este avance la necesidad de encontrar un material que tuviese resultados más rápidos para el paciente se fue desarrollando, es por eso que las empresas comenzaron a elaborar productos de uso en el consultorio los cuales se basaban en el aumento del porcentaje del ingrediente activo, ya sea peróxido de hidrógeno o peróxido de carbamida. El uso

de peróxido de carbamida al 10% paso a usarse al 35% lo cual significa periodos más cortos de exposición sin embargo estos productos resultaban más cáusticos al contacto con la encía, así como producían una absorción de la humedad del esmalte con consecuencias de sensibilidad post operatoria.

Así también el peróxido de hidrogeno aumento su concentración para el tratamiento en el consultorio sin embargo esto mereció un desarrollo en la técnica porque este material es muy caustico con los tejidos blando por lo que era necesario el uso de barreras gingivales eficientes que protejan de las quemaduras que podían producir.

3.2.5.2 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

La principal indicación de este tratamiento es simplemente el deseo del paciente de tener los dientes más claros, sin embargo, la decisión del uso de ciertas técnicas va depender de la causa de la discromía que presente el paciente.

En cuanto a las contraindicaciones existen pocas sin embargo cualquier alergia o sensibilidad a algún componente del agente blanqueador es una contraindicación del tratamiento.

Las técnicas de blanqueamiento caseras o en el consultorio en pacientes que presenten cámaras pulpares muy grandes o que presenten hiper sensibilidad dentaria deben ser tratadas previo tratamiento de blanqueamiento para poder así evitar molestias post operatorias, así mismos pacientes con erosión, recesiones o abfracciones pueden presentar sensibilidad post operatoria es por eso que se recomienda tratamientos previos antes del blanqueamiento dental.

Así mismo hay factores que pueden limitar el éxito del blanqueamiento como son el grado y la calidad de la discromía. Si los dientes están muy oscuros, sin importar la causa, pueden requerir el complemento de otros tratamientos restauradores como carillas.

3.2.5.3 TIPOS DE AGENTES BLANQUEADORES

Para el blanqueamiento dental tendremos principalmente 3 tipos:

3.2.5.3.1 Peróxido de carbamida

Utilizada de manera general y en concentraciones bajas para el blanqueamiento casero o profesionalmente dispensado.

Las complicaciones reportadas por este agente blanqueador son menos severas que si se utilizara peróxido de carbamida 35%²⁹.

Así mismo se ha demostrado que el uso de concentraciones bajas del gel disminuye su eficiencia por lo que se es necesario prolongar el tiempo de tratamiento para conseguir el cambio de color deseado^{30,31,32}.

3.2.5.3.2 Peróxido de hidrogeno

Este gel blanqueador es utilizado en diferentes concentraciones (30-35%) para blanqueamiento dental vital o no vital.

Este agente blanqueador presenta bajo peso molecular por lo que su difusión a través del esmalte y dentina es alta facilitando su función blanqueadora.

3.2.5.3.3 Ozono

Es un gas hiperoxidante natural el cual es indicado para el blanqueamiento dental por el gran poder oxidante, tal como hacen los actuales tratamientos de blanqueamiento a base de geles de peróxido de hidrógeno y carbamida^{19,33}.

3.2.5.4 CLASIFICACION Y METODOS DE APLICACIÓN

Como mencionamos anteriormente los métodos de aplicación dependerán si el diente es o no vital,

En caso sea un diente con tratamiento de conducto el procedimiento se conoce como blanqueamiento interno o walking bleach y consistirá básicamente en la colocación de peróxido de hidrogeno 35% en la cámara pulpar previo sellamiento del conducto con ionómero de vidrio para evitar procesos de reabsorción interna.

Si el blanqueamiento dental se realizara en dientes vitales vamos a tener 3 opciones de tratamiento: Profesionalmente administrado u office bleaching, profesionalmente dispensado o home bleaching y autodirigido³⁵.

3.2.5.4.1 Profesionalmente administrado u office bleaching

Este tratamiento se realiza enteramente en el consultorio dental y bajo estricta supervisión del profesional a cargo, usualmente se maneja utilizando agentes blanqueadores como peróxido de hidrogeno y peróxido de carbamida en altas concentraciones, además que se puede utilizar algún sistema de iluminación para acelerar el proceso de blanqueamiento.

En el caso del uso de peróxido de carbamida la concentración usada es usualmente 22, 35 y 37%¹⁹ y se debe tener el cuidado necesario por los efectos adversos que estas concentraciones pueden manifestar.

Con el uso de peróxido de hidrogeno las concentraciones se reducen al 30-35% con la respectiva protección de los tejidos blandos por la acidez del material.

3.2.5.4.2 Profesionalmente dispensado o home bleaching

Este tratamiento consiste en la elaboración de cubetas personalizadas en el consultorio o laboratorio mediante el cual el odontólogo provee del agente blanqueador

al paciente con las respectivas indicaciones del uso para así exponer al esmalte por periodos prolongados durante la noche u opcionalmente durante el día. Así mismo se han introducido productos como cubetas semi-personalizadas que pueden adaptarse y ajustarse a diferentes formas de arco dentario eliminando así la necesidad de una cita para la elaboración de las cubetas personalizadas.

3.2.5.4.3 Autodirigido por el paciente

Este método consiste en la aplicación de peróxidos u otro tipo de agente blanqueador que el paciente consigue en la farmacia sin receta médica de ningún tipo y que es llevado a cabo por exposición autodirigida. La aplicación se realiza mediante cubetas no personalizadas, tiras y pinceles, las más populares de estas es el uso de tiras con peróxido de hidrogeno que son fácil de usar²⁵.

3.2.5.5 MECANISMO DE ACCIÓN

El blanqueamiento funciona sobre la base de la ruptura de moléculas de cadena larga ubicadas dentro del esmalte y dentina. El oscurecimiento de un diente se puede explicar como el ingreso de moléculas de cadena corta a través de la superficie micro porosa semi permeable del esmalte y la dentina, estas manchas de cadena corta una vez dentro de la estructura del diente se unen entre si mediante enlaces dobles formando así manchas de cadena larga que no pueden desplazarse hacia el exterior a través de la barrera micro porosa semi permeable.

El paso de las moléculas a través de la superficie micro porosa depende únicamente del tamaño de la molécula, manchas de cadena larga no pueden atravesar dicha superficie. Con el paso del tiempo la acumulación de manchas de cadena larga dentro de los tejidos dentales produce un cambio de color del diente.

Dentro de las modalidades de tratamiento tenemos principalmente los peróxidos de hidrógeno y carbamida.

Como lo menciona Freedman el peróxido de carbamida es una forma reguladora del peróxido de hidrogeno menos caustica para los tejidos blandos, pero también libera significativamente menos oxígeno iónico que es la molécula blanqueadora²⁵.

Entonces tenemos el peróxido de carbamida que es un gel que en contacto con la superficie dental se va descomponer en sus componentes, carbamida y peróxido; la carbamida es un producto que se encuentra de forma común en el sistema digestivo en el consumo de carnes, nueces, frijoles y otros alimentos proteicos²⁵.

El peróxido se va descomponer en agua molecular y iones de oxígeno, el agua y la carbamida van a pasar a través del sistema digestivo sin tener efecto alguno sobre el individuo, mientras tanto el ion oxígeno será el elemento activo que quedará en íntima estrechez con la superficie del esmalte para realizar el proceso de blanqueamiento.

Los iones de oxígeno se unirán formando moléculas de oxígeno las cuales atravesarán la superficie micro porosa semi permeable del esmalte, sin embargo, una parte de las moléculas de oxígeno se difundirán a través de la cavidad oral y solo un porcentaje de este llegará a los tejidos del diente es por ello la necesidad de utilizar cubetas prefabricadas para aumentar la exposición directa con la superficie del diente.

Una vez dentro de los tejidos la molécula de oxígeno eliminará los enlaces dobles de las moléculas de cadena larga de tal manera que el tamaño de las nuevas moléculas pueda salir a través de la membrana semipermeable.

3.2.5.6 EFECTOS ADVERSOS DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL

3.2.5.6.1 Hipersensibilidad dentaria

La hipersensibilidad dental sin duda es uno de los efectos adversos más comunes del blanqueamiento dental afectando según Matis et al³⁵ a 1 de cada 3 pacientes tratados.

Esta sensibilidad dentaria se puede explicar mediante una teoría hidrodinámica que consiste en el desplazamiento del líquido que se encuentra dentro de los túbulos

dentinarios lo cual causaría la sensibilidad dentaria. Sin embargo, esta sensibilidad es transitoria mientras el peróxido de hidrogeno este activo y solo en 0.1% de casos son irreversibles.

Otros autores mencionan que la sensibilidad podría ser atribuida al peróxido y la urea que atravesarían el esmalte y dentina hasta llegar a la pulpa dental lo cual provocaría una ligera inflamación³⁶.

Esta sensibilidad causada por los agentes blanqueadores podría prevenirse de distintas maneras, por ejemplo, disminuyendo la concentración de los geles blanqueadores, así como también espaciando el tratamiento, permitiendo que la inflamación pulpar disminuya. Además, existen tratamiento con flúor y nitrato de potasio que son componentes que van a actuar disminuyendo dicha sensibilidad.

Así también una evaluación clínica del estado de los dientes podría prevenir la hipersensibilidad, tratando los dientes con desgaste por bruxismo, así como erosión, abfracciones y recesiones gingivales.

3.2.5.6.2 Hipersensibilidad gingival

El segundo efecto adverso del tratamiento de blanqueamiento dental es la hipersensibilidad gingival, la cual es producida por una exposición prolongada de los geles blanqueadores que liberan peróxido de hidrogeno provocando ulceras gingivales. Algunos autores como Tipton y col³⁷ describieron un efecto tóxico sobre los fibroblastos gingivales.

Al igual que en la hipersensibilidad dental la reducción del tiempo de exposición, así como la interrupción del tratamiento remitirá el cuadro clínico³⁸.

3.2.5.6.3 Efectos sobre el esmalte dental

Posterior a la exposición de agentes blanqueadores al esmalte dentario se produce una serie de cambios iónicos en la superficie, variando las concentraciones de Ca y P es por ello que algunos autores describen cambios en la morfología de la superficie.

Sin embargo, estos cambios morfológicos de la superficie no tienen un consenso por parte de la literatura, muchos autores no describen cambios minimizando la posibilidad debido al bajo pH el cual presenta poca acción debido a la inestabilidad de peróxido el cual se descompone con facilidad. Existe el consenso que un pH menor a 5.2-5.8 genera cierto grado de desmineralización⁴¹.

La bibliografía muestra también que algunos autores afirman pérdidas significativas de volumen en cambio otros refieren cambios mínimos no significativos, incluso ausencia de cambios.

Joiner A³⁹ hizo una revisión sistemática para evaluar el efecto que sufría el esmalte dental expuesto a peróxidos de carbamida e hidrógeno y concluyó que la mayoría de los artículos revisados concluían que tanto el esmalte como la dentina no sufrían cambios significativos en su morfología superficial, así como en su micro dureza.

Así también Efeoglu y col⁴⁰ realizó un estudio in vivo evaluando el efecto del uso de peróxido de hidrogeno al 35% en múltiples aplicaciones sobre el esmalte dental, pudo concluir que no existía alteraciones en la rugosidad de la superficie del esmalte.

Sarmiento⁴¹ explica que la frecuencia del uso de blanqueamiento se considera un factor importante para el proceso de desmineralización del diente debido a la superación del punto de saturación.

3.2.5.6.4 Efecto sobre la adhesión

Sobre este tema los efectos en la fuerza de adhesión de cualquier sistema resinoso podrían tener una explicación basado en 2 teorías principalmente, la teoría residual y la teoría estructural.

La teoría residual explica que el aumento de la concentración de oxígeno en la superficie del esmalte posterior al blanqueamiento dental inhibe la polimerización de los sistemas adhesivos y resinas compuestas, esto exilaría el porqué de muchos trabajos de investigación encuentran que los valores de adhesión regresan a sus valores normales después de aproximadamente 2-3 semanas de concluido el tratamiento, debido quizá a la paulatina eliminación de este oxígeno residual de la superficie dental.

La teoría estructural no atribuye la disminución de la fuerza de adhesión a la mayor concentración de oxígeno en la superficie del esmalte sino a la alteración morfológica que los agentes blanqueadores podrían causar en la superficie, existen algunos trabajos de investigación que relacionan estas alteraciones morfológicas del esmalte con la disminución de la fuerza de adhesión usando peróxido de carbamida^{43,44,45}.

Al igual que en la teoría residual, estudios muestran que la fuerza de adhesión inmediata posterior al blanqueamiento es menor comparada con un grupo control^{46,47}. Es por ello que son varios los autores que mencionan que la fuerza de adhesión regresa a los valores normales después de 7-14 días^{48,49,50}.

3.2.6 TEST DE MICROTENSIÓN

Desarrollado por primera vez por Sano, este test permite analizar la resistencia adhesiva en áreas pequeñas que van de los 0.5 a los 2 mm², de esta forma se puede descartar fallas externas a las adhesivas y los resultados serán exclusivamente de la resistencia de unión entre material y estructura dentaria^{51,52,53}.

Sano en sus trabajos iniciales realizo el test en áreas entre 7 y 12 mm² encontrando que los valores de fuerza de adhesión se encontraban en el rango de 15-20 MPa, cuando redujo el área a <2.0 mm² los valores adhesivos aumentaron y además de ello las fallas encontradas fueron netamente adhesivas.

Esto estaría explicado por la teoría de Griffith que demostró que la resistencia cohesiva de los cuerpos disminuye conforme aumenta el volumen del área transversal, esto debido a que especímenes de mayores dimensiones tienen mas defectos estructurales en la sección a evaluar⁵⁴.

Es por ello que el este test de micro tensión permite un análisis real de la resistencia de unión entre el material y la estructura dentaria^{54,55}.

3.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

- **Blanqueamiento dental**

El blanqueamiento dental es un tratamiento dental estético (Odontología estética o cosmética) revolucionario (tanto por su demanda enorme como en cuanto ha supuesto un paso enorme en el mundo de la estética dental) que logra reducir varios tonos el color original de las piezas dentales, dejando los dientes más blancos y brillantes.

- **Adhesión dental**

De manera amplia el concepto de adhesión se denomina a cualquier mecanismo que se emplea para mantener dos partes en contacto.

La odontología restauradora lo define como la unión del biomaterial a aplicar a un sustrato sólido (las estructuras dentales) manifestándose la adhesión como tal en la interfaz diente-restauración, vale decir entre sus superficies o caras en contacto, los cuales deben producir fuerzas que mantengan fijas las superficies en forma permanente

- **Peróxido de hidrógeno:**

Un fuerte agente oxidante utilizado en soluciones acuosas como agente de maduración, blanqueador y antiinfeccioso tópico. Es relativamente inestable y sus soluciones se deterioran al paso del tiempo a menos que sean estabilizadas añadiéndoles acetanilida u otro material orgánico similar.

- **Peróxido de carbamida**

El peróxido de carbamida es un producto químico que contiene peróxido de hidrógeno y urea (un compuesto orgánico).

El peróxido de carbamida puro tiene forma de cristales blancos o polvo de cristal, es soluble en agua y contiene aproximadamente un 35% de peróxido de hidrógeno.

- **Esmalte dental:**

Capa fina, dura y translúcida formada por una sustancia calcificada que envuelve y protege a la dentina de la corona de los dientes. Es la sustancia más dura del cuerpo y está compuesta casi totalmente por sales de calcio. Bajo el microscopio, está integrada por varillas finas (prismas de esmalte) que se mantienen juntas gracias a una sustancia cementante, y cubierta por una vaina de esmalte.

- **Fuerza de adhesión**

La adhesión es la propiedad de la materia por la cual se unen dos superficies de sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto, y se mantienen juntas por fuerzas intermoleculares.

3.4 HIPÓTESIS

3.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

Los sistemas de blanqueamiento dental con peróxido de hidrogeno al 40% y peróxido de carbamida al 10% disminuyen la fuerza de adhesión al esmalte.

3.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA

El sistema de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 40% es el que más afecta la fuerza de adhesión del esmalte dentario respecto al sistema de peróxido de carbamida al 10%.

3.5 OPERACIONAIZACIÓN DE VARIABLES

Variable independiente:

VARIABLE	CONCEPTUALIZACION	INDICADORES	ESCALA	CATEGORIA/VALOR
SISTEMA DE BLANQUEAMIENTO DENTAL	Método conservador para el tratamiento de las discromías o decoloraciones de diversas etiologías	Agente Blanqueador	Nominal	Peróxido de hidrogeno al 40% Peróxido de Carbamida al 10%

Variable dependiente:

VARIABLE	CONCEPTUALIZACION	INDICADORES	ESCALA	CATEGORIA/VALOR
FUERZA DE ADHESIÓN	La adhesión es la propiedad de la materia por la cual se unen dos superficies de sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto, y se juntan por fuerzas intermoleculares.	Fuerza de Micro tensión	Intervalo	1 Mpa 2Mpa . . .

Variable interviniente:

VARIABLE	CONCEPTUALIZACION	INDICADORES	ESCALA	CATEGORIA/VALOR
TIEMPO	Horas y semanas luego del tratamiento aplicado	Días	Razón	24 Horas 7 días 14 días

IV. METODOLOGÍA

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Se diseñó el presente estudio de tipo longitudinal, experimental y comparativo.

- Fue longitudinal, debido a que las variables se estudiaron en diferente momento para poder observar los cambios.
- Fue experimental debido a que se pudo manipular el factor causal para la determinación posterior del efecto.
- Fue comparativo porque los datos fueron comparados en base a la aplicación de la variable independiente.

4.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO Y MUESTRA.

Población

Incisivos de bovino

Muestra

Unidad de muestra

Diente de bovino

Criterios de inclusión

- Piezas dentales extraídas de animales recién sacrificados
- Piezas dentales que presenten ápice cerrado
- Piezas dentales que no presenten desgaste en el esmalte
- Piezas dentales que no presenten líneas de fracturas en el esmalte
- Piezas dentales que no presenten manchas blancas extensas

Tamaño de la muestra

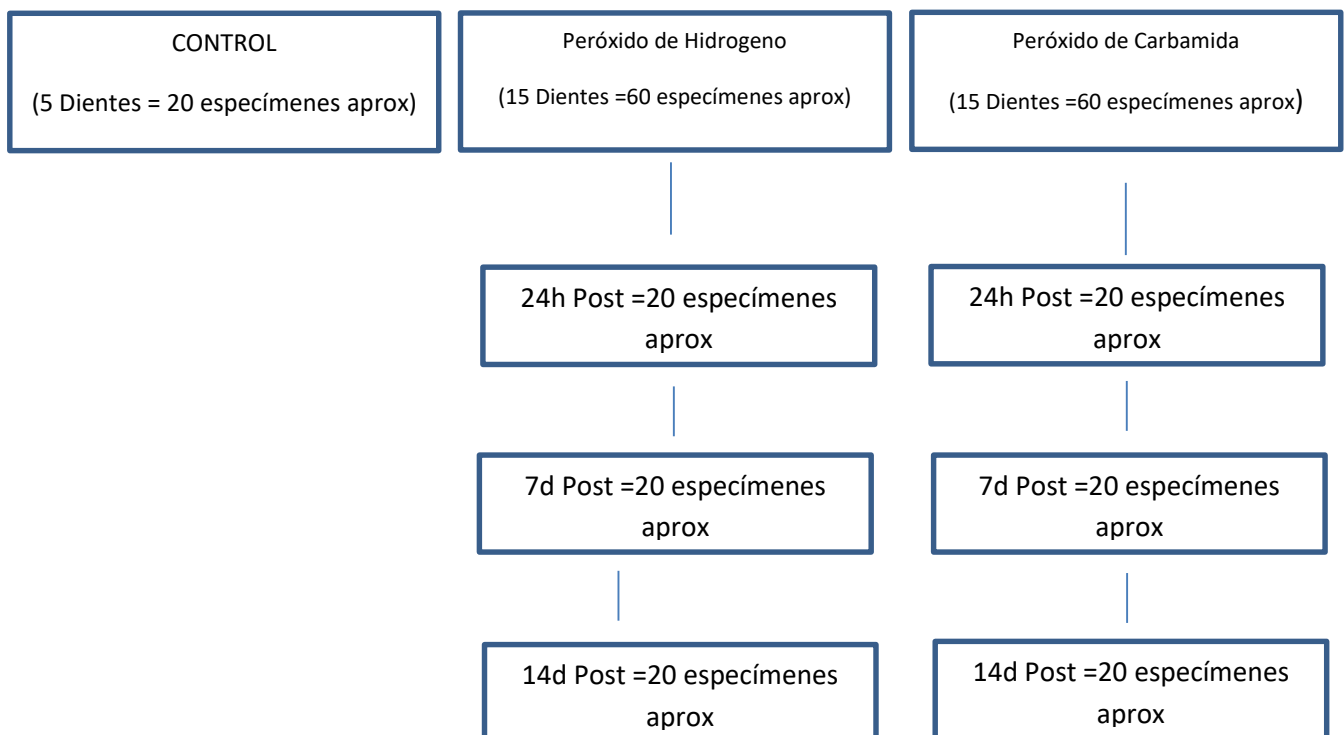
El tamaño muestral se decidió según el criterio del investigador. Según esto se utilizaron 35 dientes bovinos, divididos en tres grupos, GC (n=5), GPH (n=15) y GPC (n=15).

GC: Sin blanqueamiento

GPH: blanqueado con peróxido de carbamida 10%

GPC: blanqueado con peróxido de hidrogeno 40%.

Cada grupo se subdividirá en tres grupos según el momento de evaluación post blanqueamiento dental teniendo 5 especímenes por cada subgrupo: 24 horas post blanqueamiento, 7 días post blanqueamiento, 14 días post blanqueamiento.



Tipo de muestreo

No probabilístico según criterio

Unidad de análisis

Especímenes compuestos por resina, una interface adhesiva y esmalte dental.

4.3 PROCEDIMIENTO Y TÉCNICA

Obtención de la muestra

Se obtuvo 35 incisivos de bovino con un máximo de 48 post muerte del animal.

Las piezas dentales fueron extraídas del maxilar bovino evitando el uso de fórceps para mantener la integridad del esmalte intacto. Las piezas fueron almacenadas en saliva artificial bajo refrigeración a -4°C. cómo se recomienda según norma ISO⁵⁶.

Preparación de la muestra

Las piezas fueron seccionadas a nivel cervical, manteniendo solo la corona dental. La pulpa dental fue retirada con un tiranervios y lavada con suero fisiológico, posteriormente fue llenada con resina fluida en su totalidad manejando un protocolo adhesivo de 3 pasos.

Los dientes almacenados en saliva artificial se les preparo la superficie vestibular usando una lija de SIC N°600 para obtener una superficie plana y no cóncava. 24 h antes de comenzar el experimento los dientes se dejaron reposar en saliva artificial a 37°C.

Se elaboró bases de acrílico con forma de arcada para colocar los dientes durante el tratamiento.

Para el grupo tratado con peróxido de carbamida se utilizó la técnica de cubeta con reservorio mediante el cual antes de confeccionar la cubeta personalizada de acetato se colocó barrera gingival (TopDam) 10x10 mm con un espesor de 2.5 mm en la superficie vestibular de los dientes

Procedimiento de blanqueamiento

Blanqueamiento con Peróxido de hidrogeno 40%: se realizó una limpieza de la superficie vestibular utilizando un cepillo de profilaxis y piedra pómez con pasta profiláctica, se realizó la mezcla del producto (Opalescence Boost) según las indicaciones del fabricante, se colocó el gel de peróxido de hidrogeno 40% por intervalos de 20 min en la superficie vestibular; se repitió este paso por 2 veces teniendo un máximo de 40 min de exposición del material al esmalte dental.

Posterior al blanqueamiento las piezas dentales fueron almacenadas en saliva artificial a 37°C.

Blanqueamiento con peróxido de carbamida 10%. – se realizó una limpieza de la superficie vestibular utilizando un cepillo de profilaxis y piedra pómez con pasta profiláctica. Se colocó el gel de peróxido de carbamida en las superficies vestibulares de la cubeta personalizada durante 8 horas diarias por 14 días. Diariamente se lavaba las cubetas y los dientes eran almacenados en saliva artificial a 37°C, cada 3 días el recipiente de vidrio era lavado y la saliva artificial cambiada hasta cubrir en su totalidad los dientes.

Tabla 1

Composición y tiempo de aplicación de los agentes blanqueadores utilizados en este estudio.

Producto utilizado	Agente blanqueador	Protocolo de blanqueamiento
Opalescence PF	Peróxido de carbamida al 10%.	8 horas diarias durante 14 días.
Opalescence Boost	Peróxido de hidrogeno al 40%.	2 aplicaciones de 20' cada una.

Procedimiento adhesivo

Una vez terminado el proceso de blanqueamiento las piezas fueron almacenadas en saliva artificial durante 24h para iniciar el proceso adhesivo.

Se realizó el acondicionamiento con ácido fosfórico al 37% (Condac37-FGM) por 15 segundos, para luego colocar el adhesivo (Single Bond Universal-3M) con un micro aplicador, se eliminó el solvente con aire durante 15 segundos y se fotopolimerizó durante 20 segundos.

Posteriormente se colocó incrementos de resina compuesta (Filtek Z350 XT-3M) de 2 mm de espesor sobre la superficie del esmalte dental hasta llenar la matriz de teflón de forma circular de 10mm de diámetro, se fotopolimerizó cada incremento durante 20 seg.

Todas las piezas fueron posteriormente almacenadas en saliva artificial a 37%.

Tabla 2

Materiales utilizados en el proceso adhesivo de este estudio

Producto utilizado	Composición	Modo de uso
Condac37-FGM	Ácido Orto fosfórico 37%	15 segundos en esmalte
Single Bond Universal-3M	Monómero de fosfato MDP, Resina de di metacrilato HEMA, copolímero vitrebond.	Colocar el adhesivo en la superficie y frotar con un micro aplicador durante 20 segundos. Aplicar aire durante 10 segundos. Fotopolimerizar 15 segundos.
Filtek Z350 XT-3M	Resinas bis-GMA, UDMA, TEGDMA	Incrementos menores a 2mm. Fotopolimerizar 20 seg

Obtención de los especímenes

24 horas después del proceso adhesivo comenzó la obtención de los especímenes mediante la colocación de cada pieza dental en una superficie de vidrio fijada con cera acrílica de manera que pueda ser procesada con una máquina de corte isomed (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL), estos cortes fueron perpendiculares a la superficie de adhesión en forma horizontal y vertical, 4 cortes horizontales y 4 verticales; obteniendo especímenes de 10x0.8x0.8mm aproximadamente, luego fueron rotulados y almacenadas en saliva artificial a temperatura ambiente por 24 horas.

Como se recomienda las pruebas de microtensión deben realizarse después de 24 horas de la obtención de los especímenes⁵⁶.

Test de microtensión

Los especímenes fueron almacenados por 24 horas en saliva artificial, luego cada espécimen fue fijado cuidadosamente en el dispositivo de prueba con cianoacrilato y analizados en una máquina de microtensión con una fuerza constante a la velocidad de 0.5 mm/min hasta observar la fractura del mismo a nivel de la unión esmalte-resina.

Para calcular la fuerza de adhesión se usa la siguiente formula:

$$fuerza\ de\ adhesión = \frac{fuerza}{area} Newton/mm^2$$

Figura 1: Formula para la obtención de la fuerza de adhesión.

4.4 PLAN DE TABULACION, PROCESAMIENTO, ANALISIS E INTERPRETACION.

Los datos se recolectaron de acuerdo a los grupos que se presentaron en este estudio. Se utilizó el software estadístico SPSS v21.0 para el análisis de datos. La variable dependiente (fuerza de adhesión) fue analizada a través de estadígrafos de tendencia central (promedio), y dispersión (varianza, desviación estándar y error estándar). Para la estadística inferencial se realizaron pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) que arrojó valores superiores a 0.5 que indicó datos normales. La comparación de los distintos grupos con el control fue realizada a través de un análisis de varianza (ANOVA) y en los casos donde se evidenció diferencias se complementó el análisis con las pruebas Tukey. Se aceptó un error del 0.05 para refutar hipótesis nulas.

V. RESULTADOS

Se analizaron 45 especímenes tratados con peróxido de hidrogeno al 40% divididos en tres grupos según el momento del proceso adhesivo (15 a las 24h, 20 a los 7 días y 10 a los 14 días respectivamente), así mismo se analizaron 54 especímenes tratados con peróxido de carbamida al 10% divididos en 3 grupos según el momento del proceso adhesivo (15 a las 24h, 18 a los 7 días y 21 al os 14 días).

Por último, se analizó 20 especímenes que no fueron tratados con ningún sistema de blanqueamiento dental.

Debido a encontrarse valores extremos y aberrantes en el grupo de especímenes tratados con Peróxido de Hidrogeno 40% se decidió eliminar 2 especímenes del grupo peróxido de hidrógeno evaluado a las 24 horas, 1 espécimen del grupo peróxido de hidrógeno evaluado a los 7 días y 1 espécimen del grupo peróxido de hidrógeno evaluado a los 14 días (Figuras 2 y 3).

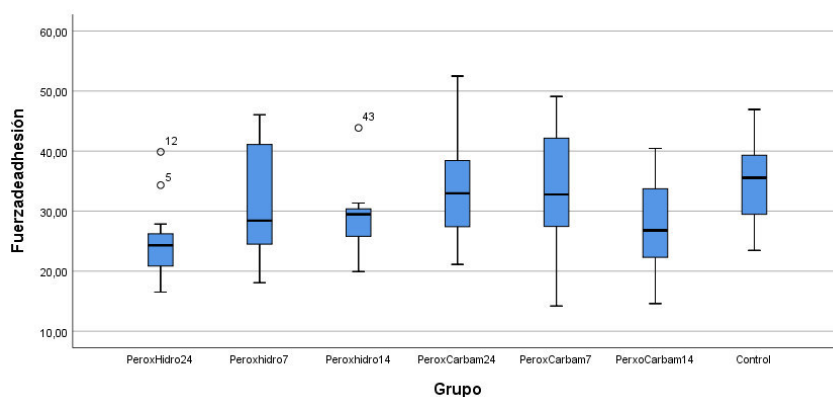


Figura 2. Diagrama de cajas y bigotes de los tres grupos donde se visualizan datos aberrantes

Después de la eliminación de los datos aberrantes encontramos un resumen del procesamiento de datos en el cual se analizaron 116 especímenes distribuidos en los diferentes grupos experimentales.

Tabla 3: Resumen del procesamiento de datos

Grupo	Válido		Perdidos		Total	
	Porcentaj		Porcentaj		Porcentaj	
	N	e	N	e	N	e
PeroxHidro24	13	100,0%	0	0,0%	13	100,0%
Peroxhidro7	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
Peroxhidro14	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
PeroxCarbam24	15	100,0%	0	0,0%	15	100,0%
PeroxCarbam7	18	100,0%	0	0,0%	18	100,0%
PerxoCarbam14	21	100,0%	0	0,0%	21	100,0%
Control	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%

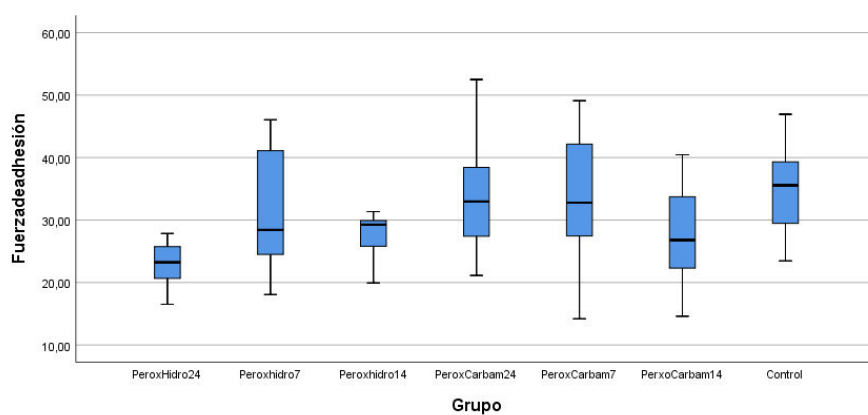


Figura 3. Diagrama de cajas y bigotes de todos los grupos donde no se visualizan datos aberrantes

La fuerza de adhesión del grupo control fue de $34,381 \pm 6,475$, encontrándose un valor mínimo de 23,46 y un valor máximo de 46,93 MPa (Tabla 4)

Tabla 4: Estadígrafos de la fuerza de adhesión en el grupo control.

Estadígrafos	Grupo control
Promedio	34,381
D.E	6,475
E.E	1,447
Mínimo	23,46
Máximo	46,93
Rango	23,47
Mediana	35,56
IC 95%	31,35-37,41

Al analizar la fuerza de adhesión del grupo peróxido de hidrógeno se encontró un promedio de fuerza de adhesión de $22,81 \pm 3,49$ MPa a las 24 horas de evaluación, a los 7 días fue de $31,52 \pm 9,48$ MPa y a los 14 días fue de $27,4 \pm 3,69$ MPa. (Tabla 5, Figura 4).

Tabla 5: Estadígrafos y variabilidad de la fuerza de adhesión según tiempos de evaluación en el grupo peróxido de hidrógeno.

Estadígrafos	Grupo peróxido de hidrógeno			Total	p
	24 h	7 días	14 días		
X	22,81	31,52	27,44	27,95	0,006*
D.E	3,49	9,48	3,69	07,91	
Var	1,22	0,9	1,37	06,26	
Min	16,52	18,1	19,9	16,52	
Max	27,85	46,1	31,4	46,06	
Ran	11,33	28,0	11,4	29,54	
Med	23,24	28,4	29,26	25,90	
IC 95%	20,7-24,92	27,0-35,9	24,6-30,2	25,4-30,4	

* ANOVA para medidas repetidas; $p < 0,05$

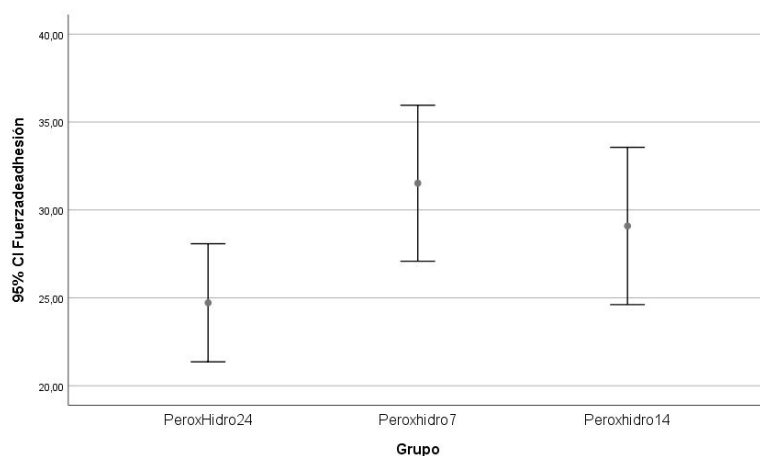


Figura 4 Variabilidad de la fuerza de adhesión del grupo peróxido de hidrógeno

Al analizar la fuerza de adhesión del grupo peróxido de carbamida se encontró un promedio de fuerza de adhesión de $33,66 \pm 3,87$ MPa a las 24 horas de evaluación, a los 7 días fue de $33,46 \pm 10,61$ MPa y a los 14 días fue de $28,09 \pm 7,37$ MPa. (Tabla 6, Figura 5).

Tabla 6: Estadígrafos y variabilidad de la fuerza de adhesión según tiempos de evaluación en el grupo peróxido de carbamida.

Estadígrafos	Grupo peróxido de carbamida			Total	p
	24 h	7 días	14 días		
X	33,66	33,46	28,09	31,43	0,101
D.E	8,7	10,61	7,37	9,15	
Var	7,57	11,27	5,44	8,39	
Min	21,12	14,20	14,59	14,20	
Max	52,49	49,11	40,45	52,49	
Ran	31,37	34,91	25,86	38,29	
Med	32,97	32,77	26,79	29,89	
IC 95%	28,8-38,4	28,1-38,7	24,7-31,4	28,9-33,9	

* ANOVA para medidas repetidas; $p > 0,05$

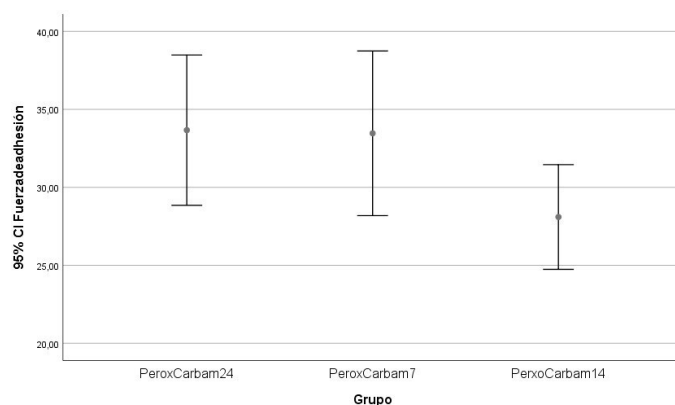


Figura 5. Variabilidad de la fuerza de adhesión del grupo peróxido de carbamida según distintos momentos

Al comparar la fuerza de adhesión entre el peróxido de carbamida y el peróxido de hidrógeno se encontró que se presentaron diferencias significativas solamente en la medición hecha a las 24 horas post tratamiento teniendo el peróxido de hidrógeno el menor valor de la fuerza de adhesión. Los valores encontrados 7 y 14 días después no presentaron diferencias significativas entre ambos grupos (Figura 5, tabla 3).

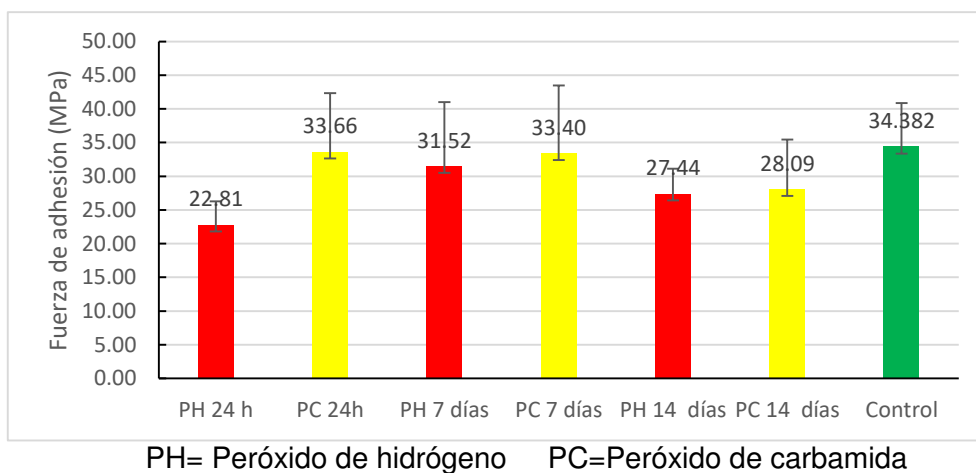


Figura 6. Comparación de la fuerza de adhesión según grupos y tiempos de medición

Tabla 7: Comparación de la fuerza de adhesión según grupos y tiempos de medición a través de contrastes post hoc.

Grupo	Grupos a comparar	Diferencia de medias	P valor
Peróxido de hidrógeno 24 horas	Peróxido de hidrógeno 7 días	-8,70538	,040
	Peróxido de hidrógeno 14 días	-4,63094	,827
	Peróxido de carbamida 24 horas	-10,85272	,008
	Peróxido de carbamida 7 días	-10,64927	,006
	Peróxido de carbamida 14 días	-5,28396	,490
	Control	-11,56688	,001
Peróxido de hidrógeno 7 días	Peróxido de hidrógeno 14 días	4,07444	,858
	Peróxido de carbamida 24 horas	-2,14733	,985
	Peróxido de carbamida 7 días	-1,94389	,988
	Peróxido de carbamida 14 días	3,42143	,809
	Control	-2,86150	,913
Peróxido de hidrógeno 14 días	Peróxido de carbamida 24 horas	-6,22178	,508
	Peróxido de carbamida 7 días	-6,01833	,509
	Peróxido de carbamida 14 días	-,65302	1,000
	Control	-6,93594	,313
	Peroxido de carbamida 7 días	,20344	1,000
Peróxido de carbamida 24 horas	Peroxido de carbamida 14 días	5,56876	,371
	control	-,71417	1,000
	Peróxido de carbamida 14 días	5,36532	,354
Peróxido de carbamida 7 días	control	-,91761	1,000
	control	-6,28293	,155
Peróxido de carbamida 14 días	control		

VI. DISCUSION

En el presente trabajo se buscó evaluar el efecto de los geles para blanqueamiento casero y de oficina sobre la fuerza de adhesión al esmalte evaluándolos en tres momentos distintos, encontrándose en todos los grupos valores inferiores a los encontrados en el grupo control.

En el grupo que fue tratado con peróxido de hidrogeno al 40% encontramos algunos datos, en el grupo que fue medido a las 24 horas post tratamiento la fuerza de adhesión disminuyó significativamente con respecto al grupo control sin embargo conforme fueron analizándose los valores tomados a los 7 y 14 días estos tuvieron valor que no presentaban diferencia significativa con respecto al grupo control; esto se asemeja parcialmente a lo encontrado por Martins y cols⁸ en la que después de analizar la variación de la fuerza de adhesión en dientes tratados con peróxido de hidrógeno (PH) 35% los valores presentaron una disminución significativa inmediatamente después del blanqueamiento dental, sin embargo cuando se evaluó a las 24h, 7 días y 14 días los valores aumentaron sin presentar diferencias significativas con respecto a su grupo control, así también Scougall-Vilcchis y cols⁶ encontró en su investigación que los valores de la fuerza de adhesión disminuyeron significativamente 24 horas después de concluir la exposición al gel blanqueador. En referencia a los valores encontrados a los 7 y 14 días estos coinciden parcialmente con lo descrito por Nascimento y cols⁹ el cual, así como encuentra valores significativamente menores 24h después de la exposición con el gel, estos valores continúan siendo significativamente menores aun a los 7 días, teniendo un valor no significativo recién a los 21 días.

Sin embargo, los resultados obtenidos por Andrighetto y cols⁵ el cual analizo los valores de fuerza de adhesión a las 24 horas y 30 días después del tratamiento, encontrando que en ambos momentos no existió diferencia significativa con respecto al grupo control, contradicen lo descrito y encontrado en esta investigación y en los

autores ya mencionados, explicar esta diferencia nos podría llevar al terreno de la especulación sin embargo si analizamos la metodología, este autor utilizó una máquina de ensayo universal para el análisis de la fuerza de adhesión mediante pruebas de cizallamiento.

En cuanto a los valores encontrados en el grupo tratado con peróxido de carbamida al 10% los valores obtenidos no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Elmourad y cols¹³ que también evaluó la fuerza de adhesión utilizando gel de peróxido de carbamida al 10% encontrando que los valores de fuerza de adhesión no habían disminuido significativamente a las 24 horas,

Sung y cols¹⁴ también analizaron el efecto sobre la fuerza de adhesión utilizando peróxido de carbamida al 10% y lo compararon en grupos tratados con diferentes sistemas adhesivos; encontraron que todos los grupos presentaron una disminución de los valores de fuerza de adhesión, pero solo el grupo que utilizó un sistema adhesivo que contenía acetona en su composición. presentaba valores significativamente menores. Estos resultados son los mismos que encontramos en este trabajo dado que todos los valores de fuerza de adhesión del grupo peróxido de carbamida 10% fueron menores que el grupo control sin embargo ninguno fue estadísticamente significativo y además el sistema adhesivo que utilizamos tenía como componente solvente etanol/agua.

Así también los resultados encontrados en este trabajo discrepan de los encontrados por Gungor y cols¹⁰ el cual en su trabajo analizó y comparó el efecto del peróxido de carbamida al 10% encontrando que los valores de fuerza de adhesión disminuían significativamente con respecto a su grupo control.

Ahora si comparamos los resultados obtenidos entre peróxido de hidrogeno al 40% y peróxido de carbamida al 10% encontramos que a las 24 horas las fuerzas de adhesión de ambos grupos presentan diferencias significativas, sin embargo, al pasar al análisis a los 7 y 14 días los valores no presentan diferencias significativas entre sí. De esto podemos inferir que la fuerza de adhesión es disminuida principalmente por la concentración del gel mas que por el tiempo de exposición lo cual se contradice con lo mencionado por Franca Didier y cols⁷ que explica en su trabajo que la fuerza de adhesión es influenciada principalmente por el tiempo de exposición mas no por la concentración del gel.

También podemos rescatar en el trabajo de Rodríguez una baja concentración del gel blanqueador mostro valor más cercanos al grupo control lo que se asemeja a los resultados obtenidos en este trabajo.

Con respecto a los instrumentos de medición que se utilizó en este trabajo en relación a los antecedentes podemos observar que en algunos trabajos el instrumento de medición fue la máquina de ensayo universal, pero sin embargo los datos obtenidos se semejan bastante con los resultados obtenidos por el presente trabajo.

VII. CONCLUSIONES

1. La fuerza de adhesión en el grupo peróxido de hidrogeno 40% evaluada a las 24 horas fue de $22,81 \pm 3,49$ MPa presentando valores significativamente menores que el grupo control.
2. La fuerza de adhesión en los grupos peróxido de hidrogeno 40% evaluado a los 7 y 14 días fueron $31,52 \pm 9,48$ MPa y $27,4 \pm 3,69$ MPa respectivamente y no presentaron diferencias significativas con el grupo control.
3. La fuerza de adhesión en el grupo peróxido de carbamida 10% evaluada a las 24 horas, 7 días y 14 días fueron $33,66 \pm 8,7$ MPa, $33,46 \pm 10,61$ MPa y $28,09 \pm 7,37$ MPa respectivamente y no presentaron diferencias significativas con el grupo control.
4. La fuerza de adhesión del grupo peróxido de hidrogeno 40% evaluado a las 24 horas presentó valores significativamente menores en comparación con el grupo peróxido de carbamida 10% evaluado a las 24 horas.
5. La fuerza de adhesión del grupo peróxido de hidrogeno 40% evaluado a los 7 días no presentó diferencias significativas con el grupo peróxido de carbamida 10% evaluado a los 7 días.
6. La fuerza de adhesión del grupo peróxido de hidrogeno 35% evaluado a los 14 días no presentó diferencias significativas con el grupo peróxido de carbamida 10% evaluado a los 14 días

VIII. RECOMENDACIONES

- En este trabajo se obtuvieron más de 100 especímenes sin embargo para trabajos posteriores se recomienda aumentar el tamaño de la muestra para también aumentar la cantidad de especímenes y así obtener resultados más significativos.
- La utilización de dientes bovinos fue elegida debido al deseo de tener grandes cantidades de especímenes para poder tener una muestra significativa, sin embargo, si las facultades de odontología pudiesen tener un banco de piezas dentales en las cuales se pueda tener dientes humanos almacenados para trabajos de investigación resultaría ser muy útil.
- El sistema de corte de los dientes es un proceso lento por lo que realizarlo con otro sistema que acorte los tiempos de corte sin disminuir su precisión de las muestras nos daría la facilidad de obtener mayor cantidad de especímenes en menor tiempo y así facilitar el trabajo de investigaciones futuras.
- Los instrumentos de medición para este tipo de trabajos son usualmente máquinas de ensayo universal y microtensiometros, por lo que la facilidad de acceso en las facultades de odontología de estas máquinas ayudaría mucho a los estudiantes para seguir en instigaciones de este tipo.
- Un análisis con microscopia electrónica podría darnos una visión más amplia de la superficie del esmalte donde hubo la separación del sistema adhesivo.

- Para estudios futuros se podría analizar la fuerza de adhesión en dientes tratados con peróxido de carbamida a diferentes concentraciones y con tiempos de exposición diferentes, así evaluar su efecto sobre el esmalte dental.
- También se recomienda un análisis comparativo de la fuerza de adhesión teniendo en cuenta diferentes marcas de adhesivos, así como según las distintas técnicas de grabado de la superficie del esmalte.
- El análisis según el uso de las distintas marcas de peróxido de hidrogeno del mercado también podría mostrar una visión más amplia sobre la repercusión sobre la fuerza de adhesión.
- El análisis microscópico y químico de la superficie del esmalte post blanqueamiento sería interesante, así como una revisión de la bibliografía actual sobre dichos cambios.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Lahoud V. Adhesión de los materiales dentales. Revista Odontológica San Marquina.2002; 1(9): 43-45
2. Schwartz R, James B, Summit, J. William Robbins. Fundamentos en odontología Operatoria un logro contemporáneo. 1ra edición. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericana; 1999.
3. Cadenaro M, Ottavia C, Mazzoni A, Nucci C, Matis B, Di Lenarda R et al. An in vivo study of the effect a 38 percent hydrogen peroxide in office whitening agent on enamel. The Journal of the American Association. 2010;141(4):449-454.
4. Do Amaral FL, Sasaki RT, Da Silva TC, França FM, Flório FM et al. The effects of home-use and in-office bleaching treatments on calcium and phosphorus concentrations in tooth enamel: An in vivo study. The Journal of the American Association. 2012;143(6): 580-586.
5. Andrighetto AR, de Leão Withers EH, Grando KG, Ambrosio AR, Shimizu RH, Melo AC. Assessing the effects of hydrogen peroxide bleaching agent on the shear bond strength of orthodontic brackets. Indian Journal of Dental Research.2016;27(4): 410-414.
6. Scougall-Vilchis RJ, Gonzalez-Lopez BS, Contreras-Bulnes R, Rodriguez-Vilchis LE, Garcia-Niño de Rivera MW; Kubodera-Ito T. Influence of four systems for dental bleaching on the bond strength of orthodontic brackets. The Angle Orthodontist. 2011;81(4):700-706.

7. França Didier V, Dantas Batista AU, Viégas Montenegro R, Borges Fonseca R, Galbiattide Carvalho F, de Barros S, Lemes Carlo H. Influence of hydrogen peroxide-based bleaching agents on the bond strength of resin–enamel/dentin interfaces. *International Journal of Adhesion and Adhesives*. 2013; 47: 141-145.
8. Martins MM, de Oliveira Almeida MA, Elias CN, de Moraes Mendes A. Bleaching effects on shear bond strengths of orthodontic brackets. *Progress in Orthodontics*. 2012;13(1): 23-29.
9. Nascimento GC, de Miranda CA, Machado SM, Brandão GA, de Almeida HA, Silva CM. Does the time Interval after bleaching influence the adhesion of orthodontic brackets?. *Korean Journal of Orthodontics*. 2013;43(5): 242-247
10. Gungor AY, Ozcan E, Alkis H, Turkkahraman H. Effects of different bleaching methods on shear bond strengths of orthodontic brackets. *The Angle Orthodontics*. 2013;83(4): 686-690.
11. Elmourad AM, Alqahtani MQ. Effects of pre- and post-simulated home bleaching with 10% carbamide peroxide on the shear bond strengths of different adhesives to enamel. *The Saudi Journal for Dental Research*. 2014;5(2): 81-92.
12. Feiz A, Mosleh H, Nazeri R. Evaluating the effect of antioxidant agents on shear bond strength of tooth-colored restorative materials after bleaching: A systematic review. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2017; 1; 156-164.

13. Elfallah HM, Bertassoni LE, Charadram N, Rathsam C, Swain MV. Effect of tooth bleaching agents on protein content and mechanical properties of dental enamel. *Acta Biomaterialia*. 2015; 20(3):120-128.
14. Sung EC, Chan SM, Mito R, Caputo AA. Effect of carbamide peroxide bleaching on the shear bond strength of composite to dental bonding agent enhanced enamel. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1999; 82(5): 595-599.
15. Azer SS, Machado C, Sanchez E, Rashid R. Effect of home bleaching systems on enamel nanohardness and elastic modulus. *Journal of Dentistry*. 2009; 37(3): 185-190.
16. Reyes Gasga J. Observación del esmalte humano con microscopia electrónica. *Revista Tamé*. 2013; 1(3): 90-96.
17. Barrancos Money J. *Operatoria Dental Restauraciones*. 1ra edición. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana S.A; 1993.
18. Hinostroza G. *Adhesión en odontología restauradora*. 1ra edición. Editorial MAIO; 2003.
19. Lugo Varillas JG. *Evaluación de la fuerza de adhesión de un sistema adhesivo a la superficie del esmalte blanqueado con peróxido de carbamida al 10% con flúor y sin flúor, estudio in vitro*. [Tesis de bachiller]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2005.

20. Barrancos J, Barrancos P. Operatoria Dental: Integración a la Clínica. 4ta Edición. Editorial Medica Panamericana. 2006: capítulos. 1, 18 y 24; pp. 2-8, 297-336, 473-523.
21. Bader Mattar M, Ibáñez Musalem M. Evaluación de la interfase adhesiva obtenida en restauraciones de resina Compuesta Realizadas con un Sistema adhesivo universal, utilizado con y sin grabado ácido previo. Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral. 2014; 7(3): 115-122.
22. Stangel I, Ellis TH, Sacher E. Adhesion to tooth structure mediated by contemporary bonding systems. Dental Clinic for North America. 2007; 51(3): 677-94
23. Abreu R. Adhesión en odontología Contemporánea I. Portal de odontología Online. [consultado el 11 de noviembre del 2019]. Accesible en: <https://www.odontologia-online.com/publicaciones/materiales-dentales/187-adhesion-en-odontologia-contemporanea-i.html>.
24. Coelho A, Canta J, Martins J, Oliveira S, Marques P. Perspetiva histórica e conceitos atuais dos Sistemas adesivos amelodentinários - Revisión da literatura. Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial. 2012; 53(1): 39-46.
25. Freedman G. Odontología Estética Contemporánea. 1ra ed. New York: Amolca;2015.

26. Kugel G, Ferrari M. The science of bonding: from first to sixth generation. Journal of the American Dental Association. 2000; 131(1): 20S-25S.
27. Buonocore MG. Adhesives in the prevention of caries. Journal of the American Association. 1973; 87(5): 1000-1005.
28. Norling BK. Vinculación Em: Anusavice KJ, editor. La ciencia de los materiales dentales de Phillips. 11 a ed. St. Louis, MI: Elsevier Science; 2003. p. 381–98
29. Caughman F. Blanqueamiento con peróxido de carbamida de dientes unitarios, sin vitalidad y decolorados: casos clínicos. Quintessence. 2000; 13(4): 217-24.
30. Haywood VB. Nightguard vital bleaching: current concepts and research. Journal of the American Association. 1997; 128: 19s-25s.
31. Kihn PW. A clinical evaluation of 10 percent vs 15 percent carbamide peroxide tooth-whitening agents. Journal of the American Association. 1999; 131 (10):1478-84.
32. Matis BA, Cochran MA, Eckert G, Carlson TJ. The efficacy and safety of a 10% carbamide peroxide bleaching gel. Quintessence International. 1998; 29(9):555-63.
33. Ilizarbe LM. Nuevo método para blanqueamiento de dientes vitales mediante gases hiperoxidantes naturales. [consultado el 11 de noviembre del 2019]. Accesible en http://www.ifent.org/amina/aminaart_blang.htm.

34. Gerlach RV, Zhou X, Vital bleaching with whitening strips: summary of clinical research on effectiveness and tolerability. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2001; 2(3): 1-16.
35. Matis BA. Dentifrice whitening after professional bleaching. *Journal (Indiana Dental Association)*. 1998; 77(3): 27-32.
36. Powell LV, Bales DJ. Tooth bleaching: its effect on oral tissues. *Journal of the American Dental Association*. 1991; 122(11):50-54.
37. Tipton DA, Braxton SD, Dabbous MK. Role of saliva and salivary components as modulators of bleaching agent toxicity to human gingival fibroblasts in vitro. *Journal of Periodontology*. 1995; 6(9): 766-74.
38. Alves R. *Estética Odontológica*. 1ra edición. Sao Paulo. Editorial Artes Médicas; 2003.
39. Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *Journal of Dentistry*. 2007; 35(12): 889-96.
40. Efeoglu N, Wood DJ, Efeoglu C. Thirty-five percent carbamide peroxide application causes in vitro demineralization of enamel. *The Journal of the American Dental Association*. 2010; 141(4): 449-454.
41. Sarmiento J. *Bioseguridad en el blanqueamiento dentario Estética y Operatoria dental*. 1ra edición. Lima. Publicado por la Asociación Peruana de Odontología Restauradora y Biomateriales; 2002. Págs.: 133-137.

42. Lai SC, Tay FR, Cheung GS, Mak YF, Carvalho RM, Wei SH, Toledano M, Osorio R, Pashley DH. Reversal of compromised bonding in bleached enamel. *Journal of Dental Research*. 2002; 81(7): 477-81.
43. Giannini M, Silva A, Cavalli V. Effect of carbamide peroxide-based bleaching agents containing fluoride or calcium on tensile strength of human enamel. *Journal of Applied Oral Science*. 2006; 14(2): 82-7.
44. Cavalli V, Giannini M, Carvalho RM. Effect of carbamide peroxide bleaching agents on tensile strength of human enamel. *Dental Materials: Official publication of the Academy of Dental Materials*. 2004; 20(8): 733-39.
45. Cvitko E, Denehy GE, Swift EJ, Pires JA. Bond strength of composite resin to enamel bleached with carbamide peroxide. *Journal of Esthetic Dentistry*. 1991; 3(3):100-2.
46. Garcia-Godoy F, Dodge WW, Donohue M, O'Quinn JA. Composite resin bond strength after enamel bleaching. *Operative Dentistry*. 1993; 18(4):144-47.
47. Nour El-din AK, Miller BH, Griggs JA, Wakefield C. Immediate bonding to bleached enamel. *Operative Dentistry*. 2006; 31(1):106-14.
48. Nima G. Efecto de una sola aplicación de un blanqueador de Peróxido de Hidrógeno al 35% sobre la fuerza de adhesión al esmalte en diferentes intervalos de tiempo. *Odontología online*. [Consultado el 04 de Junio del 2019]. Accesible en <http://www.odontologiaonline.com/estudiantes/trabajos/gnb/gnb04/gnb04.html> >.

49. Basting RT, Rodrigues JA, Serra MC, Pimenta LA. Shear bond strength of enamel treated with seven carbamide peroxide bleaching agents. *Journal of the Esthetic Restorative Dentistry*. 2004; 16(4): 250-59.
50. Petkova M. Efectos Clínicos y estructurales del blanqueamiento. *Odontología San Marquina*. 2004; 8(1): 25-9.
51. Bouillaguel S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin C, Meyer JM. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. *Journal of Dentistry*. 2001; 29(1): 55-61.
52. De Oliveira Carrilho M; Reis A; Loguercio AD; Rodrigues LE. Resistência de união à dentina de quatro sistemas adesivos *Pesquisa Odontologica Brasileira*. 2002; 16(3): 251-256.
53. Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y, Fernández CA, Tay F. The microtensile bond test: A review. *Journal of Adhesive Dentistry*. 1999; 1(4): 299-309.
54. Pimentel F, Perlatti P, Suga R, Marins de Carvalho R. Testes mecânicos para a avaliação Laboratorial da união resina/dentina. *Rev. Faculdade Odontologica do Bauru* 2002; 10(3):118-27.
55. Nima G. Fuerza de adhesion In Vitro de cinco sistemas adhesivos y un cemento autograbador-autoadhesivo sobre la dentina del canal radicular y coronal superficial. [tesis de bachiller]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2006.

56. International Organization for Standardization. [consultado el 11 de noviembre del 2019]. Accesible en: http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/list_of_iso_technical_committees/iso_technical_committee.htm?commid=51218

XI. ANEXOS.

Anexo 1

Tabla 8: *Ficha de recolección de datos para grupos experimentales.*

GRUPO EXPERIMENTAL:					
Unidad de análisis	L1	L2	Área transversal	Fuerza en Newton	Fuerza de adhesión

Anexo 2: FOTOGRAFIAS DE MATERIALES UTILIZADOS

Figura 7: Saliva artificial utilizada en el trabajo experimental.



Figura 8: Peróxido de carbamida 10% y peróxido de hidrogeno 40%.



Figura 9. Single Bond Universal-3M ESPE, Filtek z350 XP-3M ESPE, Condac37-FGM



Figura 10. Disco diamantado utilizado en la maquina de corte.

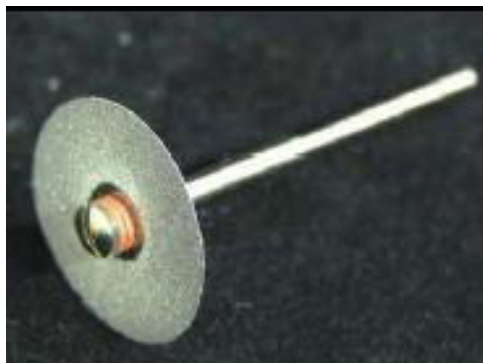


Figura 11: Preparación de los dientes con barrera gingival previo a la elaboración de cubetas personalizadas.



Anexo 3: FOTOGRAFIAS DEL PROCEDIMIENTO

Figura 12: Obtención de la muestra y almacenamiento de la muestra



Figura 13. Bases de acrílico con forma de arcada para cada grupo experimental.



Figura 14: Procedimiento de blanqueamiento con peróxido de hidrogeno 40%.



Figura 15: Procedimiento de blanqueamiento con peróxido de carbamida 10%.



Figura 16: Proceso de obtención de los especímenes con una máquina de corte isomed (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL).

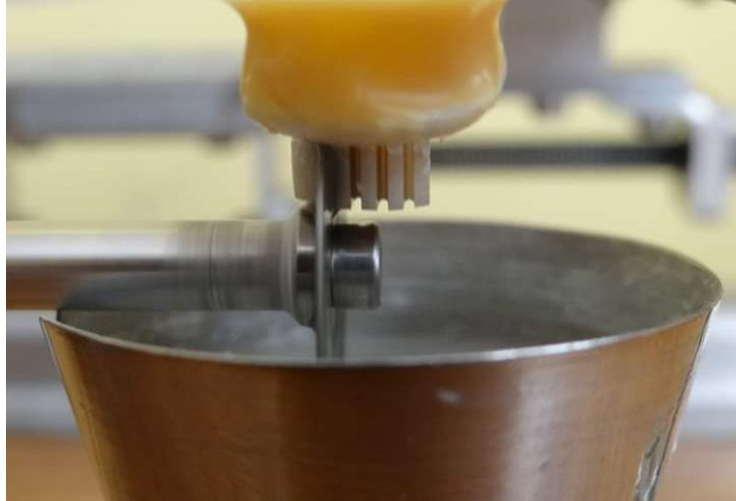


Figura 17: Especimen obtenido de 8 mm de longitud aproximadamente.

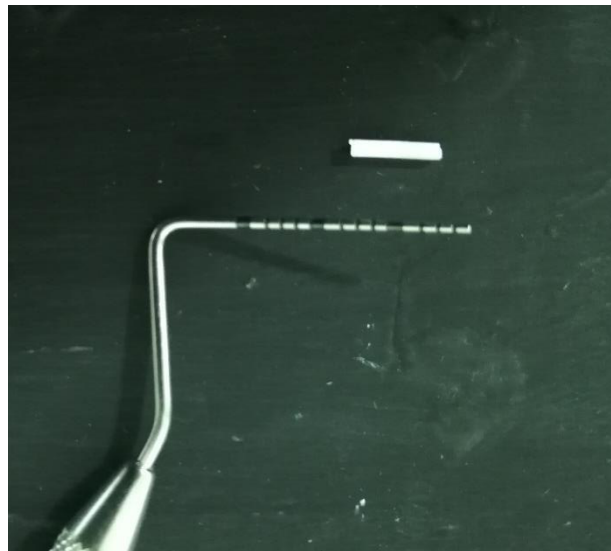


Figura 18: Almacenamiento de especímenes en saliva artificial según grupos.

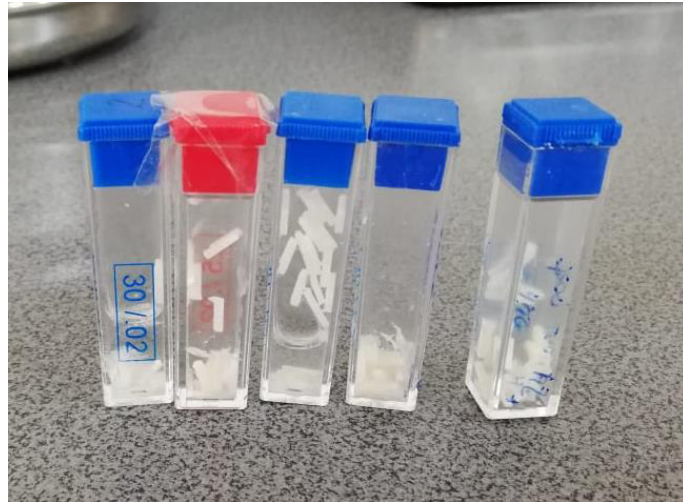


Figura 19: VERNIER DIGITAL para determinar el área adhesiva con exactitud



Figura 20. Microtensiómetro para el análisis de los especímenes. (Micro Tensile Tester de la casa Bisco)



Figura 21: Test de micro tensión: se colocó el espécimen en la máquina de micro tensión y se le aplico una fuerza constante hasta observar su fractura.

